ROK II LISTOPAD—GRUDZIEŃ 1947 R. NR 11/12

BIURO WYDAWNICTW POLSKIEGO RADIA

cena 60 zł

TREŚĆ NUMERU:

R A D I O

Miesięcznik dla techników i amatorów

Rok II | Listopad—Grudzień 1947 | Nr 11/12

Z KRAJU I ZAGRANICY

SPOŁECZNY KOMITET RADIOFONIZACJI KRAJU ORGANIZUJE AKCJĘ PRZYSPOSOBIENIA RADIOAMATORÓW.

Podjęta tuż po wojnie i nadal prowadzona akcja radiofonizacji kraju objęła przede wszystkim inwestycje, to jest budowę radiofonicznych urządzeń nadawczych oraz zmontowanie nowej na naszym gruncie — radiofonii przewodowej, opartej o sieć radiowęzłów i zbiorowych urządzeń radiowych. Wymienione urządzenia stały się niezbędną bazą dla dalszego rozwoju odrodzonej radiofonii. Już obecny stan rozwijający się krajowy przemysł radiotechniczny uniezależni nas z czasem od zagranicy, usprawniając całą akcję.

Jednak całokształtu potrzeb na odcinku radiofonizacji nie wyczerpują same tylko inwestycje materiałowe i ilość posiadanych odbiorników. Pozostaje bowiem jeszcze człowiek i jego radiowe zainteresowania, radiosłuchacze i im tylko dobrze znane kłopoty z odbiornikiem, młodzi samoucy, zdani zazwyczaj na własne siły i z zapałem uprawiający „majsterkowanie" radiowe, radioamatorzy — szukający porad technicznych, schematów montażowych, literatury fachowej itp. Stwierdźmy od razu: ludzi

Dyr. Nacz. P.R. Wilhelm Billig przemawia w czasie obrad Walnego Zjazdu Społecznego Komitetu Radiofonizacji Kraju.

posiadania, zarówno po stronie nadawczej jak i odbiorczej — osiągnięty na przestrzeni zaledwie 3 lat w nader trudnych warunkach — utwierdza w przekonaniu, iż dalsze etapy radiofonizacji przyniosą sukcesy, nie mniejsze od dotychczasowych, tym więcej, że równolegle obeznanych z radiem mamy w Polsce stosunkowo niewielu. „Wiedza" radiowa musi być przeto tak popularna, jak popularny jest dziś w świecie sam odbiornik.

Wielu posiadaczy urządzeń odbiorczych zaoszczędziłoby sobie kłopotów a także wydat-

ków, gdyby nie byli uzależnieni w każdym wypadku od pomocy radiotechnika, o którego nie zawsze łatwo. Nie byłoby też utyskiwań na program, gdyby umiano zeń korzystać, to jest gdyby stosowano pewnego rodzaju dydaktykę słuchania. Im mniej analfabetyzmu w dziedzinie radia, tym większy potencjał obronności kraju. Stworzenie odpowiednich warunków umożliwiłoby: szersze spopularyzowanie niezbędnego zasobu wiadomości z tej par excellance nowej gałęzi techniki, pobudzenie zainteresowania wśród radioamatorów, wyrobienie umiejętności eksploatowania urządzeń oraz ich naprawy i wreszcie przygotowanie zawodowe tym, którzy w przyszłości chcieliby poświęcić się radiotechnice.

Jak więc widać w ramach akcji radiofonizacyjnej potrzebne jest również oddziaływanie o charakterze instrukcyjnym, mające na celu — mówiąc w przenośni — „zradiofonizowanie" człowieka.

Niewątpliwie ogół zdaje sobie dokładnie sprawę z dotychczasowego wysiłku o działalności przejawianej w tym właśnie kierunku przez Polskie Radio. Ale problem upowszechnienia elementarnych choćby umiejętności radioamatorskich wymaga zwielokrotnienia wysiłku, koordynacji tymczasowych poczynań, dysponowania terenowym aparatem instrukcyjno-wykonawczym, środków materiałowych i wreszcie finansowych. Powinna być to zatem akcja ciągła, powszechna, realizowana w skali ogólnopaństwowej.

Do takiej na dużą skalę zakrojonej pracy już przystąpiono.

Staraniem Zarządu Głównego Społecznego Komitetu Radiofonizacji Kraju, przy czynnej współpracy Polskiego Radia, szeregu instytucji państwowych, Samorządu, organizacji młodzieżowych (Służba Polsce, OMTUR, Związek Harcerstwa Polskiego, Wici itp.) i prasy montuje się akcję masowego szkolenia radioamatorów, a także radiowego uświadomienia licznej rzeszy słuchaczy.

Zgodnie z założeniem akcja obejmuje swym zasięgiem młodzież szkolną, pozaszkolną i radiosłuchaczy. Na terenie szkół powszechnych, gimnazjalnych i licealnych a także świetlic, ogniskujących życie młodzieży pozaszkolnej, powstaną kółka wzgl. kluby radiowe jako ośrodki instrukcyjne. Poza tym będą uruchomione kursy radiowe w obozach letnich i kursy informacyjne w ośrodkach wczasów, jak również specjalne kursy w ramach audycji Polskiego Radia. Zorganizuje się praktyczne zajęcia warsztatowe (montaż, przeróbki, naprawa odbiorników, modelarstwo). Do współpracy będą powołani: na terenie radioklubów szkolnych — nauczyciele (fizyki, robót ręcznych), w obozach specjalnie wyszkoleni instruktorzy, na kursach — siły fachowe.

Jako środki oddziaływania przewiduje się:

1) żywe słowo (wykłady, instruowanie i pogadanki na kursach, w świetlicach, w szkolnych radioklubach i. przez mikrofon Polskiego Radia).
2) Słowo drukowane, a więc: artykuły w prasie, wydawnictwo popularnych podręczników z dziedziny radia, ścienna gazetka radiowa.
3) Prace warsztatowe.
4) Konkursy i wystawy prac oraz modeli.

Poważną pozycją osiągniętego tą drogą dorobku będą wydawnictwa podręczników. Powojenny ich brak na półkach księgarskich daje się dotkliwie odczuwać wielu radioamatorom; wydane w dużym nakładzie zapełnią chociaż częściowo lukę w literaturze radiowej i przyczynią się do spojrzenia w kulisy techniki radiowej. Drugim poważnym osiągnięciem będzie zorganizowanie pracowni — warsztatów przy radioklubach. Problem wyposażenia tych pracowni w niezbędne narzędzia i materiał, aczkolwiek nie łatwy — będzie według wszelkiego prawdopodobieństwa pomyślnie rozwiązany. Poczyniono już starania, w wyniku których spodziewana jest wydatna pomoc ze strony UNESCO. Pewne pokrycie zapewnią i źródła krajowe, dostarczając wycofanych z użycia i nieprzydatnych aparatów — do rozbiórki i wykorzystania części składowych. Dysponując narzędziami i sprzętem, pomocą w postaci wydawnictw, schematów i wskazówek instruktorów — będą mogli młodzi radioamatorzy próbować swych zdolności i dowoli majstrować, co — jak wiadomo — najskuteczniej prowadzi do celu.

Oddzielną sprawą jest zagadnienie subwencjonowania akcji. Ale fundusze muszą się znaleźć. Również i w tym kierunku podjęto już niezbędne kroki.

W tej chwili akcja znajduje się jeszcze w stadium organizacji. Na jesieni wszakże przybierze już realne kształty, przy czym wyniki jej niewątpliwie okażą się pozytywne i warte podjętych wysiłków.

Masowe przysposobienie radiowe obejmie przede wszystkim szeregi młodzieży. Młodzi radioamatorzy znajdą łatwo upust dla swych namiętności i zainteresowań, stając gromadnie do startu pod hasłem zwalczania analfabetyzmu radiowego.

M. W.

MIĘDZYNARODOWA WYSTAWA RADIOWA w PRADZE

Na I Międzynarodowej Wystawie Radiowej w Pradze Czeskiej, zorganizowanej z okazji 25-lecia istnienia Radia Czechosłowackiego widzieliśmy obok efektownych eksponatów pawilonu czechosłowackiego, pawilony radiofonii węgierskiej i polskiej.

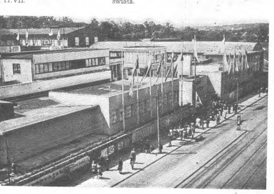
Pawilon polski cieszył się szczególną frekwencją, zwracając uwagę zwiedzających zarówno estetyką eksponatów, jak też ich treścią, ilustrującą imponujący dorobek naszej radiofonii. Na wystawę polską złożyło się 12 plansz graficznych, barwnych i żywych przedstawiających rozwój naszej radiofonii, ilustrujący zagadnienia radiofonii przewodowej oraz założenia programowe. Wielka mapa Polski malowana na drzewie, z naniesionymi radiostacjami i radiowęzłami — uwidoczniała nasilenie sieci abonentów w poszczególnych częściach kraju.

Dużym zainteresowaniem cieszyły się wśród zwiedzających makiety zradiofonizowanego domku robotniczego — śląskiego oraz chaty łowickiej i makiety autentycznej wsi zradiofonizowanej w powiecie łowickim. Modele wykonane bardzo starannie ilustrowały w jaki sposób od radiowęzła biegnie linia abonencka i w jaki sposób doprowadzane są do każdej chaty, szkoły i spółdzielni głośniki radiowe.

Broszura pt. „Polskie Radio" — wydana w języku polskim i czeskim stanowi pewnego rodzaju katalog wystawy omawiając poszczególne zagadnienia przedstawione na wystawie. Zamknięcie Międzynarodowej Wystawy w Pradze nastąpiło w dniu 11.VII.

Pawilon polski na Międzynarodowej Wystawie Radiowej w Pradze

O tym, że radiofonia polska cieszy się popularnością nie tylko w kraju, lecz i za granicą świadczy obfície napływająca do Polskiego Radia korespondencja ze wszystkich zakątków świata.



Ogólny widok Wystawy

Między innymi redakcja mies. „Radio" otrzymała list od jednego z naszych przyjaciół p. Otokara Halas'a z Bratysławy, podający kilka szczegółów z Międzynarodowej Wystawy Radiowej w Pradze, który w streszczeniu podajemy :

„W maju minęło 25 lat od chwili, gdy rozpoczęto nadawanie programów radiowych w miejscowości Kbelé koło Pragi; studiem, skąd nadawano program była zwykła wojskowa kwatera, a stacja nadawcza w Kbelach była właściwie telegraficznym nadajnikiem dla obsługi lotnictwa.

Drogę, którą Radiofonia Czechosłowacka przebyła od tych z początku najprymitywniejszych urządzeń technicznych, nim doszła do dzisiejszej technicznej dojrzałości, mamy możność przypomnieć sobie na Międzynarodowej Wystawie Radiowej, której organizatorem jest w tym roku Czechosłowackie Radio.

Na wystawie MEVRO (Mezinárodní Vystava Rozhlasu) są pokazane, obok bogatego stoiska Radia Czechosłowackiego, także stoiska radiofonii polskiej i węgierskiej.

Ministerstwo Poczt wzbogaciło wystawę swymi zbiorami, a także na terenie wystawy zainstalowany jest specjalny nadajnik z własnym programem ze studia na wystawie.

W pawilonie czeskim znajdują się działy techniczne i programowe jak: początki radiofonii czechosłowackiej, przebieg działalności w okresie późniejszym aż do dnia dzisiejszego oraz przegląd układu programu.

Do współpracy zgłosiły się również: Czeski Przemysł Radiowy, Związek Wytwórców Radiowych oraz Związek Czechosłowackich Amatorów Nadawców (CAV), który na wystawie ma czynną swoją krótkofalową stację nadawczą.

Wystawa MEVRO przedstawia również najnowocześniejsze osiągnięcia w dziedzinie telewizji".

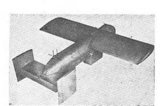
Telewizja w lotnictwie

Szybki rozwój techniki telewizyjnej w ciągu kilku ostatnich lat doprowadził do jej zastosowania w najróżniejszych dziedzinach. Jedną z takich dziedzin, gdzie telewizja zdobyła poważne miejsce, jest lotnictwo wojskowe. W ubie-

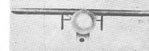
Rys. 1.

głej wojnie przy pomocy urządzeń telewizyjnych nakierowywano z odległości na cel, bomby dużego kalibru, samoloty wywiadowcze przekazywały obrazy z terenu walk do głównej kwatery itp. Pomysł zastosowania telewizji w lotnictwie powstał jeszcze w roku 1934 kiedy to znany pionier telewizji dr. V. K. Zworykin (rys. 1 — wynalazca Ikonoskopu) zaproponował użycie urządzeń telewizyjnych do skutecznego naprowadzania bomb na cel; w tym czasie w Japonii organizowano samobójcze oddziały żywych torped. Pierwszy model urządzenia opracowała firma R. C. A. w roku 1935. W latach 1941 i 42 udoskonalono i zmniejszono wagę urządzeń do kilkudziesięciu kilogramów, przy czym pokonano najrozmaitsze trudności związane z pracą urządzenia w dużym zakresie temperatur, wilgotności i wysokości. Opracowano zasadniczo 3 typy: 1) BLOCK (I. II. i III.) służący przede wszystkim do kierowania bombami ślizgowymi, oraz do bliskich wywiadów. 2) MIMO odpowiednik poprzedniego typu dla bomb rzucanych bezpośrednio na cel. 3) RING normalna stacja telewizyjna o mocy 1 kW z dwiema lub trzema kamerami przeznaczona do celów wywiadowczych.

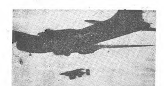
Urządzenie „Block" był to nadajnik telewizyjny zmontowany w bombie 2000 funtowej typ GB-4 (rys. 2). Bomba zrzucona z samolotu w odległości około 20 km. od celu leciała lotem ślizgowym (rys. 3); kamera telewizyjna umocowana u spodu przekazywała przy pomocy nadajnika (moc 15 W w pasie 300 Mc/s) i anteny kierunkowej obraz „widziany" przez bombę. W samolocie macierzystym, który mógł krążyć w odległości do 25 km. od celu, obraz obserwowany był przez bombardiera (rys. 4), który dwoma miniaturowymi knypelkami regulował drogą radiową stery bomby i w ten sposób nakierowywał ją na cel. Urządzenia tego rodzaju były wmontowane w latających fortecach. Rys. 5 przedstawia kilka kolejnych zdjęć z ekranu w czasie zrzucania bomby na poligonie. Celem była mała piramida ustawiona w białym kole trójkąta (bok trójkąta ok.



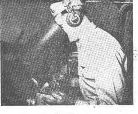
Rys. 2a.



Rys. 2b.

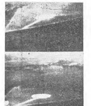


Rys. 3.



Rys. 4.

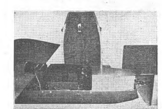
600 m długości); na obrazie 5c bomba zboczyła nieco z drogi i została nakierowana na cel, jak to wykazuje obraz 5d. Fotografie są dość niewyraźne ponieważ były wykonane aparatem filmowym na taśmie 16 mm. W bombie (rys. 6) umieszczone są: akumulator, przetwornica, na-



Rys. 5a, b. Rys. 5c, d.

dajnik (w środku), oraz odbiornik wraz z przekaźnikami do regulacji sterów. Antena widoczna jest na rys. 2; waga urządzenia BLOCK wynosiła 50 kg. Całość wraz z odbiornikiem i monitorem widzimy na rys. 7; ekran lampy posiada średnicę ok. 17 cm.

Podobne urządzenie zwane MIMO zastosowano w bombie typu ROC (rys. 8). Przy tej

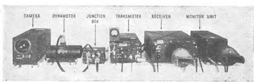


Rys. 6.

bombie zrzucanej bezpośrednio na cel sterowanie telewizyjne służyło dla uzyskania dużej precyzji trafienia. Kamera telewizyjna i antena widoczne są na rys. 9 a, b; nadajnik posiada moc 5 W przy pracy na częstotliwości 300 Mc/s, całkowita waga urządzenia wynosi 25 kg.

Jak widzimy bomby zaopatrzone były w małe ale kompletne stacje telewizyjne; nie duże wymiary tych stacji uzyskano dzięki skonstruo-

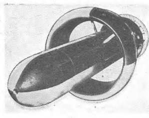
waniu małej, ale bardzo czułej lampy telewizyjnej Image Orthicon, będącej udoskonaleniem Ikonoskopu Zworykina; lampa ta posiadająca



Rys. 7.

długość 22 cm i średnicę 5 cm przetwarza nawet obrazy przy bardzo słabym oświetleniu.

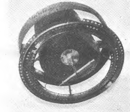
Schemat blokowy nadajnika przedstawia



Rys. 8.

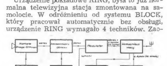
Rys. 9a.

rys. 10; sygnały „rozłożonego na punkty obrazu" przekazywane są wraz z impulsami synchronizującymi przez wzmacniacz szerokowstęgowy do modulatora modulującego stopień końcowy w siatce. Sygnały synchronizujące pionowe modulują stopień końcowy w anodzie. System przekazywał 20 obrazów na sek. przy 350 liniach, co pozwoliło również na zastosowanie go w małych jednostkach obserwacyjnych bliskiego wywiadu (w promieniu do 75 km).



Rys. 9b.

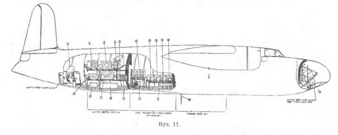
Urządzenie pokładowe RING, była to już normalna telewizyjna stacja zmontowana na samolocie. W odróżnieniu od systemu BLOCK, który pracował automatycznie bez obsługi, urządzenie RING wymagało 4 techników. Zaopatrzone było w dwie lub trzy ruchome kamery telewizyjne, które służyły do przekazywania obrazów sytuacji bojowej do sztabu kwatery głównej. Nadajnik o mocy 1 kW pozwalał z wy-



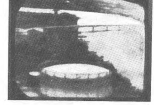
Rys. 10.

wysokości 5000 m pokryć zasięgiem dobrego odbioru odległości do 300 km. Szkic zamontowania stacji w samolocie JM-1 typu Marauder, przedstawia rys. 11. Układ elektryczny, podobny zresztą do układu systemu BLOCK, przekazuje 20 obrazów na sek. przy 567 liniach. Nadajnik pracuje na częstotliwości rzędu 100 Mc i wstęgę od 20 c/s do 8 Mc/s. Typowy obraz przekazywany tym urządzeniem przedstawia rys. 12. Jak widzimy telewizja postępuje szybkimi krokami naprzód, a powyższe urządzenia mogą również służyć w czasach pokojowych; tak więc n. p. pracowały one doskonale przy próbach bomb atomowych na Bikini, skąd przekazywały na bezpieczne odległości obrazy wybuchu bomby, wskazania przyrządów rejestrujących itp.; organizowane były już także transmisje telewizyjne z dna morza. Urządzenia tego typu mogą zastąpić oczy człowieka w wszelkiego rodzaju doświadczeniach grożących życiu eksperymentatora jak n. p. w badaniu procesów radioaktywnych.

Poza tym korzystając ze stacji zamontowanych n. p. na helikopterach możemy urozmaicić audycje telewizyjne przez urządzanie transmisji z aktualnych wydarzeń nie zawsze dostępnych dla ekipy naziemnej.



Rys. 11.



Rys. 12.

Opracowano na podstawie wydawnictwa firmy RCA Broadcast News June 1946.

(efem)

Inż. F. M.

Zasady obliczania odbiorników i wzmacniaczy

(Dalszy ciąg).

Inne typy obwodów sprzężonych.

(Dokończenie rozdz. „Obwody rezonansowe").

Oprócz sprzężenia indukcyjnego stosuje się również sprzężenie pojemnościowe (rys. 13, 14). Krzywe podane na rysunkach 11 a, b, możemy i tu z powodzeniem zastosować, zaś spółczynnik sprzężenia określi się następującymi wzorami:

$$K = \sim \frac{C_m}{\sqrt{C_1 C_2}} \quad \text{(rys. 13)}$$

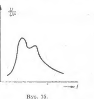
$$K = \sim \frac{\sqrt{C_1 C_2}}{C_m} \quad \text{(rys. 14)}$$

Oba typy sprzężeń są często stosowane w obwodach wejściowych odbiorników.

Na zakończenie jeszcze parę słów o krzywej filtrów rozstrojonych.

Jeżeli oba obwody nie są nastrojone dokładnie na tę samą częstotliwość rezonansową, wtedy wartość maksimów się zmniejsza, krzywa się poszerza i staje się niesymetryczna (rys. 15); wypadek taki często występuje w praktyce.

Rys. 13. Rys. 14.



Rys. 15.

Wynikiem niesymetrycznej krzywej są, jak później zobaczymy, dodatkowe zniekształcenia liniowe (chrypienie). Dlatego po ostatecznym wystrojeniu należy zdjąć krzywą rezonansu pomiarem lub oscylograficznie.

Cz. III.

OBWODY WEJŚCIOWE

1.0. Wstęp.

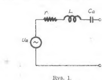
Zadaniem obwodów wejściowych odbiornika jest przekazanie z anteny do siatki pierwszej lampy napięcia sygnałów odbieranej stacji, przy równoczesnym osłabieniu sygnałów przeszkadzających. Jak z tego wynika, muszą to być strojone obwody rezonansowe, których selektywność pozwoli na wyodrębnienie pożądanego sygnału z anteny. Istnieją także rozwiązania odbiorników (supery) na zakres fal średnich i długich bez przełącznika, strojone jednym zmiennym kondensatorem w oscylatorze, które na wejściu posiadają filtr przepuszczający częstotliwości od 1500 do 150 kc/s.

Tu zajmiemy się normalnymi odbiornikami posiadającymi na wejściu jeden lub dwa obwody strojone.

2.0. Układ zastępczy anteny odbiorczej.

Jak wiadomo antena nadawcza promieniuje fale elektromagnetyczne, których natężenie maleje w miarę oddalania się od stacji. Falę elektromagnetyczną charakteryzują pola elektryczne i magnetyczne, które indukują w przewodniku siłę elektromagnetyczną. Wielkość natężenia pola określa się jednostkami miliwolt na metr, względnie mikrowolt na metr (mV/m lub μV/m); np. natężenie 20 mV/m oznacza, że w przewodniku o tak zwanej wysokości skutecznej 1 m indukuje się siła elektromotoryczna o wielkości 20 mV. Przy antenie o wysokości np. 5 m siła elektromotoryczna w tym samym punkcie pola wyniesie 20 x 5 = 100 mV. Oczywiście dla dobrego odbioru wymagane jest pewne minimalne natężenie pola; wynosi ono wg. przyjętych norm C. C. I. R. dla fal średnich 2 mV/m, dla fal długich 5 mV/m. Dla zorientowania Czytelników podamy, że np. w odległości 20 km. od stacji 100 W na fali 600 m natężenie pola wynosi ok. 160 mV/m zaś w odległości 100 km. ok. 11 mV/m, oraz przy 300 km. ok. 0,5 mV/m. Liczby te odnoszą się do fali t. zw. przyziemnej; przy falach krótszych mamy do czynienia na większych odległościach z falami odbitymi od jonosfery skutkiem czego natężenie pola może być o wiele większe.

Jak widzieliśmy wielkość całkowitego napięcia anteny zależy od jej wysokości skutecznej, która jest mniejsza od rzeczywistej wysokości anteny nad ziemią, względnie przedmiotami połączonymi z ziemią (np. dach). W praktyce można przyjąć przy obliczaniu siły elektromotorycznej, że skuteczna wysokość anteny równa się około 60% wysokości rzeczywistej. Jeżeli teraz pomiędzy anteną a ziemią załączymy odbiornik, wtedy popłynie prąd, którego wielkość będzie zależała od oporu anteny, cewki antenowej, uziemienia i t.p. przy czym, ponieważ mamy do czynienia z prądami szybkozmiennymi, musimy tu wziąć pod uwagę opory dla prądu zmiennego. Opór anteny składa się z oporu przewodnika i t. zw. oporu promieniowania, oporu indukcyjnego i pojemnościowego.



Rys. 1.

Ogólnie biorąc wszystkie te wielkości zależą od długości anteny, jej geometrycznego kształtu i odległości od ziemi. Dla dalszych rozważań ważne będzie dla nas określenie, choćby z bar-

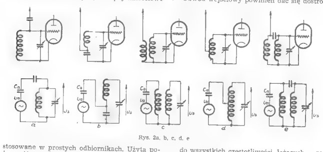
dzo grubym przybliżeniem, indukcyjności i pojemności anteny. Przyjąć można, że pojemność wynosi ok. 10 pF na metr długości anteny, zaś indukcyjność ok. 1 μH na metr długości. Opór promieniowania i strat są funkcjami częstotliwości i trudno je ująć prostą cyfrą. Przy obliczeniach zakłada się pewne średnie wartości elektryczne anteny, a mianowicie: Ca = 200 $\mu\mu$F, L = 20 μH, r = 25 omów. Dla fal krótkich przyjmuje się opór całkowity anteny jako opór omowy o wartości 400 omów. Jak widać z powyższego, antenę mozna przedstawić pewnym zastępczym układem, jak na rys. 1.

W praktyce, antenę zastępuje pojemność około 300 pF dla fal około 200 m, zaś powyżej 500 m — 200 pF. Są to jak wspomniano wartości średnie i przy pracy odbiornika o różnych warunkach należy się liczyć z pojemnościami od 50 pF do 1000 pF.

3.0. Obwody wejściowe.

Rozpatrzmy teraz niektóre rozwiązania obwodów wejściowych i ich układy zastępcze. Układ 2a przedstawia sprzężenie pojemnościowe stosowane w prostych odbiornikach. Użyta pojemność wynosi od kilku do kilkudziesięciu pikofaradów. Układ 2b stosowany również przy prostych odbiornikach posiada pewne zalety w stosunku do 2a. Pojemność wynosi tu kilka tysięcy pikofaradów. Układ 2c, najczęściej spotykany, posiada oddzielną cewkę antenową. Odróżniamy tu tzw. sprzężenie wysokoindukcyjne, gdy cewka antenowa (La) posiada indukcyjność większą od indukcyjności obwodu (L), oraz sprzężenie niskoindukcyjne, gdy cewka antenowa stanowi małą część cewki obwodu.

Układ 2d jest pewną odmianą układu poprzedniego (autotransformator). Układ 2e jest połączeniem sprzężenia indukcyjnego z pojemnościowym. Dla wyrównania spółczynnika przeniesienia (patrz niżej) na falach krótszych, sprzęgamy antenę dodatkowo małą pojemnością (kilka pF).



Rys. 2a, b, c, d, e

Obwody wejściowe powinny spełniać następujące warunki:

1. Możliwie największy spółczynnik przeniesienia, czyli stosunek napięcia siatki do napięcia anteny $K = \frac{Us}{Ua}$

2. Możliwie stałą wartość spółczynnika przeniesienia w duzym zakresie częstotliwości.

3. Pokrycie zakresu odbieranych częstotliwości.

4. Dobra selektywność obwodu.

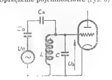
5. Minimalne a w każdym razie mało zmieniające się rozstrojenie obwodu przy zmianach warunków antenowych.

Omówimy te warunki po kolei

1. Duży spółczynnik przeniesienia powiększy nam czułość odbiornika, poza tym zwiększy stosunek sygnałów do szumów.
2. Stały spółczynnik przeniesienia utrzyma czułość odbiornika w danym zakresie na jednej wysokości.
3. Obwód wejściowy powinien dać się dostroić do wszystkich częstotliwości, leżących w założonym zakresie.
4. Dobra selektywność obwodu wejściowego zwiększa ogólną selektywność odbiornika, poza tym w obecności silnych stacji przeszkadzających nie przesterowuje pierwszych stopni, (np. modulacja skrośna).
5. Odbiornik powinien pracować przy różnych antenach, czyli innymi słowy, przy różnych pojemnościach anteny. Pojemność anteny wprowadza rozstrojenie obwodu wejściowego wskutek czego np. w odbiorniku jednoobwodowym stacje odbierane nie będą zgadzały się z napisami na skali. W odbiornikach wieloobwodowych, przy strojeniu jednogałkowym pozostałe obwody są niezależne od anteny. Odstrajanie obwodu wej-

ściowego pogarsza selektywność i zmniejsza czułość. Dobór elementów obwodu wejściowego opiera się na spełnieniu powyższych warunków. Z przedstawionych układów omówimy szczegółowo układy 2a i 2c, jako najbardziej charakterystyczne i najczęściej spotykane.

3.1.1. Sprzężenie pojemnościowe (rys. 3)



Rys. 3.

Jak widzimy, szeregowo z pojemnością anteny Ca włączony jest kondensator sprzęgający Ck. Wypadkowa ich pojemność

$$Ck' = \frac{Ca \cdot Ck}{Ca + Ck}$$ jest równolegle połączona do obwodu strojonego.

3.1.2 Spółczynnik przeniesienia.

$$Ka = \frac{Us}{U_a} = \frac{Ck'}{C + Ck'} \cdot Q \qquad (1)$$

gdzie C pojemność obwodu

Q — spółczynnik dobroci obwodu $= \frac{L \cdot \omega}{r}$

Przeliczmy przykład: pojemność kondensatora obrotowego 30 — 500 pF, współczynnik dobroci obwodu Q=100, pojemność Ca = 200 pF, pojemność sprzęgająca Ck = 20 pF obliczamy

$$Ck' = \frac{200 \cdot 20}{200 + 20} \simeq 18,2 \text{ pF}$$

sp. przeniesienia zmienia się od

$$K = \frac{18,2}{30 + 18,2} \cdot 100 = 37,8$$

$$\text{do } Ka = \frac{18,2}{500 + 18,2} \cdot 100 = 3,5$$

Gdy więc siła elektromotoryczna anteny wynosi 10 mV, to napięcie na siatce pierwszej lampy będzie się zmieniało od 10 . 37,8=378mV do 10 . 3,5 = 35 mV. Widzimy, że sprzężenie pojemnościowe nierównomiernie przekazuje w zakresie odbieranych częstotliwości; przy falach krótszych np. około 250 m. w zakresie fal średnich, stacje będą 10 razy silniej odbierane niż w zakresie fal 500 — 600 m. (zakładamy, że Q jest stałe, co w praktyce jest bliskie rzeczywistości).

3.1.3. Rozstrojenie.

Rozstrojenie będzie największe dla najmniejszej pojemności obwodu, to znaczy dla początkowych pojemności kondensatora C1. Jeżeli dopuścimy rozstrojenie do rezonansu takie, aby napięcie w obwodzie spadło o 30% czyli o ok. 3 db, wtedy względna zmiana pojemności może wynosić

$$\frac{\Delta C}{C} = \frac{1}{Q} \quad . \; . \; . \quad . \; . \; . \quad (2)$$

czyli przyjmując C = 50 pF i Q = 100 otrzymamy

$$\Delta C = \frac{50}{100} = 0,5 \text{ pF}$$

Dla anteny o poj. 200 pF poj. Ck wynosi 18,2 pF
„ „ „ 50 pF „ „ „ 14,3
„ „ „ 1000 pF „ „ „ 19,6

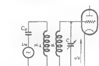
Widzimy, że kondensator 20 pF nie spełnia warunków, musimy zatem zastosować pojemność mniejszą, weźmy 6 pF

otrzymamy:

dla Ca = 50 pF Ck' = 5,36 pF
dla Ca = 200 pF Ck' = 5,83 pF
dla Ca = 1500 pF Ck' = 5,97 pF

Jeżeli przyjmiemy, ze średnia pojemność anteny wynosi 200 pF, to w obu skrajnych wypadkach zmiana pojemności nie będzie większa niż 0,5 pF.

3.2.0. Sprzężenie indukcyjne (rys. 4).

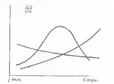


Rys. 4 (Uwaga: Cewka obwodu antenowego powinna mieć na rysunku symbol La zamiast Lk).

Jak widać z rys. 4, mamy w tym wypadku do czynienia z dwoma obwodami rezonansowymi sprzężonymi indukcyjnie.

Z teorii obwodów sprzężonych (patrz artykuł w Nr 9 Ra) wynika, że maksimum napięcia Us występuje wtedy, gdy oba obwody są

w rezonansie z częstotliwością przychodzącą z anteny. W naszym przypadku, tylko drugi obwód jest dostrajany do żądanej częstotliwości, wobec tego wielkość napięcia na siatce będzie zależała od stosunku częstotliwości rezonansowej obwodu antenowego, do częstotliwości odbieranej.



Rys. 5

Możemy tu odróżnić trzy przypadki:

1. Częstotliwość rezonansowa $f_a = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_a \cdot C_a}}$ leży w zakresie odbieranym. Wobec tego zależność sp. przeniesienia od częstotliwości przedstawia krzywa 1 na rys. 5.
2. Częstotliwość rezonansowa leży powyżej zakresu odbieranego (krzywa 2).
3. Częstotliwość rezonansowa leży poniżej zakresu odbieranego (krzywa 3)

Z punktu widzenia należytej pracy odbiornika zależy nam na tym, aby współczynnik przeniesienia był możliwie stały w danym okresie częstotliwości. Np. jeżeli zastosujemy wartości obwodu antenowego odpowiadające krzywej 1, wtedy będziemy odbierali słabo stacje na początku i w końcu zakresu, zaś w środku zakresu stacje wystąpią silnie. Jeżeli do tego w pobliżu odbiornika pracuje silna stacja, której częstotliwość mieści się w środku zakresu, wtedy odbieramy tę stację na całej skali, (mowa o odbiornikach prostych). Jeżeli zastosujemy układ dający spółczynnik przeniesienia wg. krzywej 2, wtedy stacje w zakresie fal krótszych (około 250 m.) wychodzą silnie, zaś w zakresie fal dłuższych (400 — 600 m) — słabiej.

Jak widzimy z tego, najodpowiedniejszy jest układ dający charakterystykę spółczynnika przeniesienia wg. krzywej 3.

Jeżeli odbiornik ma odbierać fale średnie od 200 — 600 m (od 1000 - 500 kc/s) a częstotliwość rezonansową obwodu antenowego wybierzemy w zakresie np. około 250 kc s, wtedy charakterystyka spółczynnika przeniesienia będzie w przybliżeniu stała w całym zakresie fal średnich. W praktyce stosuje się układ 2 i 3. Jeśli cewka antenowa ma małą ilość zwoi, wtedy mamy do czynienia z układem 2. Układ taki nazywa się popularnie niskoindukcyjnym i stosowany jest w prostszych odbiornikach, ewentualnie tam, gdzie rezygnujemy ze stałego spółczynnika przeniesienia.

Układ z dużą cewką antenową zwany wysoko-indukcyjnym na ogół stosowany jest powszechnie, przy czym często ta sama cewka antenowa służy dla fal średnich (sprzężenie wysokoindukcyjne) i dla długich (sprzężenie niskoindukcyjne). (D. c. n.)

W. Kiryluk
Londyn

Wtórnik katodowy*)

1

Wtórnik katodowy (rys. 1) jest odmianą wzmacniacza o ujemnym sprzężeniu zwrotnym. Ma on duże zastosowanie w technice radarowej, telewizyjnej, oscylograficznej i wszędzie, gdzie potrzebny jest wzmacniacz o następujących cechach:

ZALETY WTÓRNIKA KATODOWEGO.

1) Zezwala na uziemienie jednej strony obciążenia.

2) Jako rezultat ujemnego sprzężenia zwrotnego układu posiada:

a) lepsze charakterystyki amplitudy i fazowe przy wyższych częstotliwościach,
b) dużą oporność wejściową (praktycznie = — ∞),
c) małą oporność wyjściową,
d) małe zniekształcenia,
e) małą zależność od zmian w zasilaniu.

3) Wejście i wyjście są w fazie.

WADY.

1) Współczynnik wzmocnienia obwodu zawsze mniejszy niż jedność.
2) Jeśli użyty jako detektor, automatyczna reg. wzmocnienia niemożliwa
3) Gdy przeciążony na wyjściu — zawodzi.

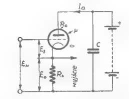
1.0. Opis ogólny.

Jak więc widzimy układ ten stanowi odmianę wzmacniacza, w którym opór katodowy nie jest zbocznikowany kondensatorem.

*) Nazwy angielskie: „Cathode follower" lub „cathode coupled amplifier", lub gdy użyty jako detektor — „Infinite impedance detector". Najbardziej popularna nazwa: „cathode follower".

Wielkość sprzężenia zwrotnego zależy od stosunku wielkości oporów anodowego i katodowego. Im opór katodowy większy, tym większe jest ujemne sprzężenie zwrotne. W wypadku wtórnika katodowego całkowity opór roboczy znajduje się po stronie katody. W tych warunkach całe napięcie wyjściowe jest przekazane z powrotem do obwodu siatki i spółczynnik sprzężenia zwrotnego, a zatem i wzmocnienie — = 1 (w przybliżeniu).

Jak to już zostało nadmienione w zaletach, ważną cechą tego układu jest własność zmiany oporności; oporność wyjściowa może być zupełnie mała np. 100 Ω, podczas gdy opór wejściowy pozostaje duży i może wynosić bez trudności wiele megomów (prakt. = ∞). Szczegół ten jest bardzo ważny np. jest rzeczą dobrze znaną, że wysoko omowy potencjometr wywołuje spadek wzmocnienia (spowodowany pojemnościami szkodliwymi) dla górnego zakresu częstotliwości. Jeżeli jednak wzmacniacz posiada wtórnik katodowy na wejściu, jego oporność wejściowa może być zwiększona do kilku megomów (czyli poprzedni obwód minimalnie obciążony), podczas gdy regulacja wzmacniacza może być uzyskana przy pomocy odczepów w oporze katodowym; ponieważ ten ostatni ma małą wartość, zatem pojemności szkodliwe obwodu będą miały nieznaczny wpływ. Wtórnik katodowy spełnia więc rolę „transformatora". Wtórnik katodowy umożliwia także bezpośrednie sprzężenie z następnym stopniem (tj. bez kondensatora sprzęgającego), co zezwala na doprowadzenie nie tylko składowej prądu zmiennego, ale i stałego. Ten ostatni szczegół jest niezmiernie ważny np. dla telewizji.



Rys. 1. Elementarny układ wtórnika katodowego. Kondensator C, który ma dużą pojemność, jest użyty do utrzymania anody na potencjale ziemi dla prądów zmiennych.

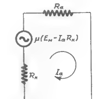
Jak można zauważyć z rys. 1, gdy siatka zostaje bardziej dodatnio spolaryzowana, przez Rk popłynie większy prąd i katoda lampy staje się także bardziej dodatnia, stąd nazwa — wtórnik katodowy: — katoda wtóruje siatce.

2.0. Matematyczna analiza wt. katodowego.

W następujących rozważaniach nie zostały uwzględnione pojemności międzyelektrodowe. Wyniki w ten sposób otrzymane nie są zupełnie dokładne, ale odpowiadają przeciętnym wymaganiom.*)

2.1. Wzmocnienie stopnia.

Układamy równanie dla układu zastępczego (rys. 2).



Rys. 2. Teoretyczny odpowiednik rys. 1

Z rys. 1 widzimy, że skuteczne napięcie siatka - katoda

$E_s = E_w - I_a \cdot R_k$ gdzie $I_a \cdot R_k = E_o$.

Układając równania dla układu z rys. 2

$I_a R_k + I_a \cdot R_a - \mu (E_w - I_a \cdot R_k) = 0$

$\mu E_w - I_a \cdot R_k + I_a \cdot R_a + \mu I_a \cdot R_k -$

$I_a R_k (1 + \mu) + I_a \cdot R_a =$

$= E_o (1 + \mu) + I_a \cdot R_a$

$$\mu E_w = E_o (1 + \mu) + \frac{E_0}{R_k} \cdot R_a$$

$$\text{skąd } E_0 = \frac{\mu E_w}{(1 + \mu) + \frac{R_a}{R_k}} \quad \quad (1)$$

stąd wzmocnienie stopnia

$$A = \frac{E_0}{E_w} = \frac{\mu}{(1 + \mu) + \frac{R_a}{R_k}}$$

$$\text{lub} \quad = \frac{\mu R_k}{R_k (1 + \mu) + R_a} \quad \quad (2)$$

Jak z równania (2) wynika, spółczynnik wzmocnienia stopnia nie może być większy od jedności.

Równanie (1) możemy napisać także w takiej formie:

$$E_0 = \left(\frac{\mu}{\mu + 1}\right) E_w \frac{R_k}{R_k + \left(\frac{R_a}{1 + \mu}\right)}$$

*) Osobny rozdział zajmuje się wpływem pojemności

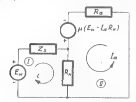
Wyciągamy z tego następujący wniosek:
Obecność ujemnego sprzężenia zwrotnego powoduje, że lampa zachowuje się tak, jakby spółczynnik wzmocnienia równy był $\frac{\mu}{\mu+1}$

a oporność wewnętrzna lampy $\frac{R_a}{\mu+1}$

Jak widzimy oporność wewnętrzna lampy, a także niestety i spółczynnik wzmocnienia są zredukowane w stosunku $\frac{1}{\mu+1}$

2.2. Wejściowa oporność.

Aby obliczyć oporność wejściową rysujemy odpowiednik układu wtórnika katodowego, uwzględniając Zs = oporność obwodu siatki (rys. 3)



Rys. 3. Teoretyczny odpowiednik wtórnika katodowego, uwzględniający wejście i oporność siatki Zs

Z obwodu (I) otrzymujemy
$E_w = i \cdot Z_s + R_k (i + I_a)$ . . . . . (A)
Z obwodu (II)
$R_k (I_a + i) + I_a R_a = \mu (E_w - I_a \cdot R_k)$. (B)
z równania (A)
$R_k I_a = E_w - i Z_s - R_k \cdot i$

$$\text{skąd} \quad I_a = \frac{E_w - i \cdot Z_s - R_k \cdot i}{R_k}$$

wstawiając w (B)

otrzymamy po przekształceniach

$$\frac{E_w}{i} + \frac{R_a E_w}{i \cdot R_k} = Z_s + \frac{R_a}{R_k}(Z_s + R_k) + \mu (Z_s + R_k)$$

$$\frac{E_w}{i} = \frac{Z_s R_k + R_a Z_s + R_a R_k + \mu R_k Z_s + \mu R_k^2}{R_k + R_a}$$

$$\frac{E_w}{i} = Z_s + \frac{R_k [R_a + \mu (Z_s + R_k)]}{R_k + R_a} \qquad (3)$$

gdzie $\frac{E_w}{i}$ przedstawia oporność wejściową

2.3. Oporność wyjściowa.

$$Z_0 = \frac{\frac{R_k R_a}{(\mu+1)}}{R_k + \frac{R_a}{(\mu+1)}} = \frac{R_k R_a}{R_a + R_k (1 + \mu)} \qquad 4$$

Z_0 w przybliżeniu dla $\mu >> 1$

$$Z_0 \approx \frac{R_a}{(1+\mu)} \approx \frac{1}{g_m{}^{*)}}$$

Przykład 1.

Przypuśćmy, że lampa posiada nachylenie $g_m = 5$ mA/V

wtedy

$$Z_0 \approx \frac{1}{g_m} = \frac{1}{0{,}005} = 200\Omega$$

Jak widzimy wynik ten jest niezależny od Ra, oporu wewnętrznego danej lampy, która np. w wypadku pentody może być bardzo duża.

2.4. Pojemność wejściowa.

Efekt Millera. Jak wiadomo pojemność wejściowa lampy wynosi

$$C_{wej} = C_{sk} + C_{ka} (1 + A)$$

W wypadku wtórnika katodowego

$$C_{wej} = \frac{C_{sk}}{(1+A)} + C_{ka} \qquad (5)$$

gdzie
A oznacza wzmocnienie
C_{sk} — pojemność siatka-katoda,
C_{ka} — pojemność anoda-katoda.

Przykład 2.

Obciążenie znajduje się po stronie anody (normalny wzmacniacz)

$C_{sk} = 5$ pF
$C_{ka} = 5$ pF
$A = 40$

$$C_{wej} = C_{sk} + C_{ka} (1 + A)$$
$$= 5 + 5 (1+40) = 210 \text{ pF}$$

Obciążenie znajduje się po stronie katody (wtórnik katodowy), wartości jak poprzednio:

$$C_{wej} = \frac{C_{sk}}{(1+A)} + C_{ka} = \frac{5}{41} + 5 = 5{,}122 \text{ pF}$$

*) gm. — nachylenie (w naszej literaturze oznacza się literą S) (red.).

Z przykładu 2. widzimy jak zostaje zredukowana wejściowa pojemność przy użyciu wtórnika katodowego. Ta właściwość jest nadzwyczaj ważna, gdy np. chcemy wzmacniać szeroki zakres częstotliwości ze źródła o wysokiej oporności, gdzie duża pojemność bocznikująca powoduje obcięcie pasma górnych częstotliwości.

3.0. Obciążenie zmienne a wtórnik katodowy.

Gdy obciążenie się zmniejszy, prąd obciążenia się zwiększy, co nie miałoby żadnego efektu w napięciu, jeśli oporność wewnętrzna lampy równałaby się zeru.

Jeżeli Ra jest duże (np. w wypadku pentody) napięcie wyjściowe spada prawie proporcjonalnie do zmiany obciążenia.

We wtórniku katodowym taki spadek w napięciu wyjściowym powoduje redukcję sprzężenia zwrotnego, czyli między siatką, a katodą działa większe napięcie i napięcie wyjściowe się wyrównuje. Zatem wtórnik katodowy posiada dużą tendencję do utrzymywania stałego wyjścia bez względu na zmiany w obciążeniu.

We wtórniku katodowym mamy więc pożyteczny przyrząd służący do zasilania obwodu o niskiej oporności ze źródła o wysokiej oporności. Fakt, że we wtórniku katodowym tracimy część napięcia wyjściowego, jest zrównoważony zyskiem prądu. Wtórnik katodowy góruje więc nad transformatorem, który jest: trudny do zaprojektowania, droższy, niedogodny, jeśli chodzi o duże zakresy częstotliwości, bardziej podatny do szkodliwych sprzężeń i zniekształceń.

4.0. Wyjściowa pojemność wtórnika katodowego i jego główna wada.

Wtórnik katodowy działa tak, jak zostało opisane poprzednio, pod warunkiem, że w obwodzie katody znajduje się tylko opór. W praktyce jednak opór ten jest zbocznikowany małą pojemnością (rys. 4), na który składa się wiele czynników, jak pojemność wejściowa następnego stopnia, pojemności szkodliwe (międzyprzewodowe) itd.

Po dodaniu tej pojemności układ ten (rys. 4) przypomina swym wyglądem „detektor o nieskończonej oporności"*) i rzeczywiście nim jest.

Właśnie ta pojemność, która przemienia wtórnik katodowy w taki detektor, powoduje zniekształcenia i jest źródłem poważnego kłopotu. Wszędzie, gdzie opór i pojemność są skojarzone, prąd zmienia się eksponencjalnie, a osiąga swoją ostateczną wartość dopiero po pewnym czasie. Czas ten jest zależny od iloczynu oporności i pojemności i równa się tzw. stałej czasu t = CR.

Stała czasu dla układu z rys. 4:

*) Detektor o nieskończenie wielkiej oporności opisany jest dalej

$$t = \frac{C \cdot R_k}{1 + \frac{R_k}{R}(1 + \mu)} \quad \ldots \quad (6)$$

W tym wypadku, gdy

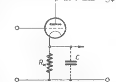
$\mu = 20$
$Ra = Rk = 10k\,\Omega$

otrzymujemy $t = \frac{CR_k}{22}$

czyli wtórnik katodowy zredukował stałą czasu

$$o \ \frac{1}{22}$$

Pozornie wyjściowa pojemność jest więc minimalna. Powyżej otrzymany wynik zgadza się tylko dla wejścia o małej amplitudzie. Dla



Rys. 4 C jest pojemnością szkodliwą, bocznikującą R

większych napięć wejściowych sytuacja się zmienia całkowicie. Przypuśćmy, że $R_k = 10_k\,\Omega$ $I_a = 0{,}5$ mA, gdy siatka jest połączona z ziemią zaś $I_a = 5$ mA, gdy siatka posiada potencjał +50V względem ziemi. W pierwszym wypadku (rys. 5a) potencjał katody jest o 0,5 mA × 10 kΩ = + 5 V wyższy w stosunku do ziemi, a w drugim (rys. 5b) 5 × 10 = + 50 V.

Zmiana w napięciu katodowym, biorąc pod uwagę te dwa wypadki, wynosi: 50 — 5 = 45 V dla 50 V zmiany w wejściu. „Wzmocnienie" $= \frac{45}{50} = 0{,}9$. Przedpięcie wynosi w 1-szym wypadku — 5 V i 0 V w drugim. Przypuśćmy, że lampa nie przewodzi prądu przy przedpięciu — — 10 wolt. Wszystkie te rozważania są zgodne z prawdą jeśli pojemność C = 0. Biorąc pod uwagę pojemność C, załóżmy wypadek (b), czyli siatka - ziemia = + 50 V, prąd anodowy $I_a = 5$ mA, katoda - ziemia = + 50 V. Przedpięcie = 0 wolt. Dajmy na to, że na wejściu przychodzi ujemny impuls — — 50 wolt. Gdyby pojemności C nie było, prąd spadłby do 0,5 mA (nastąpiłyby warunki wypadku (a)). Lecz obecność pojemności C nie zezwala na natychmiastową zmianę prądu anodowego. Napięcie katody może spaść tylko eksponencjalnie, przez wyładowanie się C poprzez oporność obwodu.

Z tego powodu, podczas gdy napięcie siatka-ziemia spadło do zera, katoda wciąż pozostaje pod potencjałem + 50 woltów. Czyli przedpięcie na siatce wynosi — 50 V., co jest znacznie powyżej zatykającego przedpięcia (—10 V). Podczas zatkania wtórnik katodowy traci wszystkie swe własności, oporność wyjściowa przestaje być, tak pożądanie, niska, a staje się — ∞ (lampa nie przewodzi). Stała czasu wynosi

po prostu CR_k zamiast $\frac{C.R_k}{1 + \frac{R_k}{R_a}(1 + \mu)}$ czyli okres

rozładowania pojemności C jeszcze bardziej się przedłuża. W wypadku dodatniego pulsu na wejściu, siatka otrzyma dodatnie przedpięcie i zacznie przyciągać elektrony.

Oprócz tego stała czasu będzie

$$\frac{C.R_k}{1 + \frac{R_k}{R_a}(1 + \mu)}$$

czyli napięcie katoda - ziemia (wyjście) wzrośnie znacznie szybciej niż opadło. Następuje zniekształcenie sygnału. Aby do tego nie doszło, nie należy przy wtórniku katodowym przekształcać napięcia siatki o więcej niż — 10 V, czyli mamy ten sam warunek, jak dla wzmacniaczy bez ujemnego sprzężenia zwrotnego. Jak się teraz może zdawać wtórnik katodowy jest bezużytecznym układem. Tak jednak nie jest, pod warunkiem, że stała czasu, będzie zmniejszona do minimum.

Należy także wspomnieć, że powyższe obliczenia zostały wykonane*) dla napięć sinusoidalnych i pulsujących. W praktyce mamy jednak rzadko do czynienia z takimi idealnymi przebiegami. Aby więc obliczyć odpowiednie warunki pracy dla wtórnika katodowego, musimy wziąć pod uwagę dokładny kształt fali wejściowej. W ramach tego artykułu nie ma jednak miejsca na tak głębokie rozważania.**)

Najlepiej zrozumieć obliczenia na następujących przykładach:

Symbole i wzory:

$$B = \frac{(1 + \mu) R_k}{R_a} \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

dla wtórnika katodowego

$$B = \frac{(2 + \mu) R_k}{R_a} \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

dla dzielnika fazowego (Rys. 10)

gdy $R_k = R_{an}$ i $C_k = C_{an}$

$$\beta = \frac{2\pi f}{\sqrt{3}} = \frac{\omega}{\sqrt{3}} \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

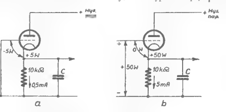
$$T_c = R_k C \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

$$\beta . T_c = \frac{\omega R_k C}{\sqrt{3}} \quad . \quad . \quad . \quad (11)$$

używane w wypadku wejścia pulsującego

$$\omega T_c = 2 \pi f . R_k C = \omega R_k C \qquad (12)$$

używane w wypadku napięć sinusoidalnych.



Rys. 5. Przykład obrazujący powyższe rozważania

Dobranie odpowiednich warunków pracy wtórnika katodowego.

Należy tutaj zaznaczyć, że odnosi się to tylko do wypadków, gdy zachodzi obawa przeciążenia wejścia przy wyższych częstotliwościach. Szczególne niebezpieczeństwo zachodzi, gdy wejście składa się z pulsów o dużej amplitudzie i bardzo dużej częstotliwości, co ma miejsce w technice telewizyjnej i radarowej.

Przykład 3.

Obliczyć pożądaną redukcję wejścia do wtórnika katodowego, aby nie nastąpiło „zatkanie" lampy.

Napięcie sinusoidalne o częstotliwości $f = 10$ kc/s.

---

*) W. T Cocking AMIEE — Wireless World — marzec 1946.

**) N.p. „Cathode follower internal impendance" Harold Goldberg. Proc. Inst. Radio Eng. Listopad 1945.

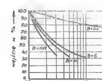
$\mu = 40$
$R_a = 15\ k\,\Omega$
$R_k = 47\ k\,\Omega$
$C = 100\ pF$

$$B = \frac{(1+\mu)R_k}{R_a} = \frac{(1+40)\,47000}{15000} =$$

$$= \frac{41\,.\,47}{15} = 128$$

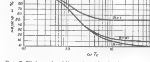
$$\omega T_c = 2\pi f R_k C = 2\pi \times 10^4 \times 47 \times 10^3 \times \frac{10^2}{10^{12}} =$$

$$= 6{,}28 \times \frac{47}{1000} = 0{,}295$$



Rys. 6. Wykres do obliczania wtórnika katodowego, gdy napięcie wejścia składa się z impulsów

Z rys. 7 szacujemy, że dla B = 132 i $\omega_c^1 . Tc =$ 0,295 pożądana redukcja wynosi 96%, czyl. wejście musimy zredukować do 96% całkowitej wielkości.



Rys. 7. Wykres do obliczania wtórnika katodowego dla napięć sinusoidalnych.

Przykład 4.

Wtórnik katodowy dla przebiegu o kształcie impulsu przy częstotliwości f = 2,5 Mc/s

$\mu = 10$
$R_a = 3\ k\,\Omega$
$C = 30\ pF$

Jaka może być maksymalna wartość Rk, aby lampa nie została zatkana
a) dla pełnego wejścia,
b) dla 90% wejścia ?

a) Wiemy, że $\beta = \frac{\omega}{\sqrt{3}}$ dla wejścia składającego się z impulsów

Z rys. 6, widzimy, że dla pełnego wejścia

$$\beta . T_c = 1 \text{ czyli } \beta = \frac{1}{T_c} = \frac{1}{C R_k}$$

$$\text{skąd } R_k = \frac{\sqrt{3}}{\omega . C} = \frac{\sqrt{3}}{2\pi . 2{,}5 . 10^6 \frac{30}{10^{12}}} = 3670\ \Omega$$

b) Aby znaleźć Rk dla niepełnego wejścia (tj. 90%) musimy znać B.

Z krzywej rys. 6 wynika, że w okolicach 90% wejścia rezultat jest mało zależny od B (tj. krzywe dla różnych wartości B przebiegają prawie w tym samym miejscu przy 90% wejścia).

Spodziewamy się jednak, że Rk będzie trochę większe niż w wypadku a). Aby znaleźć B, przypuśćmy, że Rk = 5 k Ω, co dałoby B = 18,35. Z krzywej na rys. 6 szacujemy, że gdy B = 18,35 i wejście = 90% pełnego wejścia, to wtedy β . Tc = 1,16.

Rk jest proporcjonalny do Tc, gdyż Tc = RkC; w takim razie:
Rk = 1,16 . 3,67 = 4,25 k Ω, gdzie 3,67 bierzemy z poprzedniego wyniku

Przykład 5.

Dzielnik fazowy (rys. 10) dla telewizji (wejście pulsujące) o następujących wartościach:
$f = 2{,}5$ Mc/s
$\mu = 10$
$R_a = 3\ k\,\Omega$
$R_k = R_a = ?$
$C = C_a = 30\ pF$

Chcemy znaleźć opór Rk dla wejścia bez ograniczenia. R_a nie ma wpływu na B i B nie wpływa na zatkanie jeśli β . Tc = 1; w takim razie Rk = 3,67 k Ω, jak w poprzednim przykładzie.

Przykład 6.

Wtórnik katodowy przy impulsach o częstotliwości:

$f = 2{,}5$ Mc/s
$\mu = 20$
$R_a = 10\ k\,\Omega$
$C = 50\ pF$

$$\beta = \frac{2\pi f}{\sqrt{3}} = \frac{2\pi . 2{,}5 . 10^6}{\sqrt{3}} = \frac{5 . \pi}{\sqrt{3}} . 10^6 = 9{,}05 . 10^6$$

Kiedy nastąpi zatkanie jeśli

a) $R_k = 20\ k\,\Omega$
b) $R_k = 10\ k\,\Omega$
c) $R_k = 5\ k\,\Omega$?

$$\text{a) } B = \frac{(1+\mu)R_k}{R_a} = \frac{(1+20) . 20000}{10000} = 42$$

$$\beta T_c = 9{,}05 . 10^6 \frac{20000 . 50}{10^{12}} = 9{,}05$$

Z rys. 6. szacujemy wynik na 15% co oznacza, że zatkanie nastąpi już przy 15% pełnego wejścia.

b) B = 21 zatkanie nastąpi przy 31% pełnego wejścia $\beta . Tc = 4{,}525$.

c) B = 10,5 $\beta . Tc = 2{,}26$
zatkanie przy 51,5% pełnego wejścia

WNIOSKI.

Z krzywych (rys. 6 i 7) wynika, że gdy $\beta\ Tc = 1$ (lub $\omega . Tc = 1$), to amplituda i częstotliwość wejścia nie ma żadnego wpływu na zatkanie lampy.

Niebezpieczeństwo zatkania nie istnieje przy częstotliwościach akustycznych (przykład 3), lecz dopiero zagraża przy wyższych. Chcąc, aby wtórnik katodowy pracował przy pełnym wejściu, należy stałą czasu, a tym samym Rk i C zredukować do minimum. Rodzaj lampy nie ma dużego wpływu na zatkanie, jedynie wartości Rk i C.

Gdy jednak zrobimy Rk małe, Ra powinno być także małe, jeśli chcemy zapewnić dostateczne wyjście. Tak więc jeśli chcemy otrzymać 50 wolt na wyjściu i Rk=2 kΩ, zmiany prądu są równe 25 mA i lampa musi taki prąd dostarczyć. Wybór lampy wpływa więc pośrednio na wybór Rk i chcąc uczynić Rk niskie, należy wybrać lampę o niskiej oporności wewnętrznej (Ra). (d. c. n.)

Przegląd schematów

Na schemacie Nr. 38 przedstawiony jest układ odbiornika typu **GRAETZ 66W 370642/A.**

Jest to super 6-cio obwodowy, 3-lampowy (plus 4-ta prostownicza), o 3-ch normalnych zakresach fal (krótkie, średnie i długie).

Na wejściu — pojedyńczy obwód strojony. Przy odbiorze na falach krótkich antena sprzęgnięta jest z obwodem siatki indukcyjnie, zaś przy odbiorze na pozostałych zakresach fal — pojemnościowo (kondensator 5000 pF).

W stopniu oscylatora — modulatora pracuje lampa ECH11 (heksoda - trioda). W triodowej części tej lampy mieści się obwód oscylatora. Oscylator ma cokolwiek inny układ, niż normalnie, nie posiada mianowicie dla zakresu średnio- i długo falowego cewki reakcyjnej (anodowej).

Oscylator pracuje w tzw. układzie Colpittsa (dzielnik pojemnościowy) katoda połączona jest punktem dzielącym elektrycznie obwód na dwie części, jedna zawarta jest między katodą i siatką, druga między katodą i anodą. W ten sposób siatka i anoda otrzymują w stosunku do katody napięcia przesunięte o 180° w fazie, co umożliwia powstanie oscylacji.

W stopniu pośredniej częstotliwości pracuje część pentodowa lampy EBF11, część duodiodowa służy do demodulacji i automatyki bez opóźnienia.

Wzmocnienie napięciowe niskiej częstotliwości i wzmocnienie mocy uzyskuje się w lampie ECL11. Jest to lampa podwójna składająca się z części triodowej (wzmacniacz napięciowy) i tetrody (wzmacniacz mocy). Rolę regulatora barwy tonu spełnia potencjometr 1MΩ po stronie niskiej częstotliwości w obwodzie anodowym lampy ECL11.

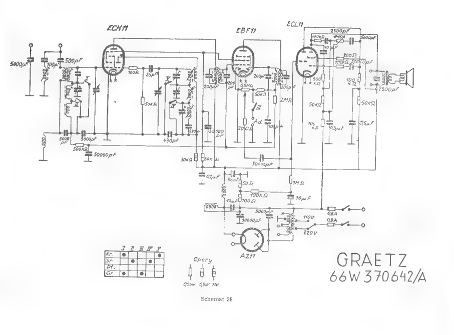
Odbiornik jest zasilany z sieci prądu zmiennego poprzez autotransformator. Lampa AZ11 pracuje jako prostownik 1-kierunkowy, filtr zasilacza tworzą: dławik i 2 kondensatory elektrolityczne 2x16 μ. Zapewniają one wystarczająco dobrą filtrację.

Pewna ilość odbiorników opisanego typu ukazała się w wolnej sprzedaży na rynku i została rozprowadzona pomiędzy nabywców. Odbiorniki pochodzą z produkcji niemieckiej (powojennej), otrzymanej w ramach odszkodowań wojennych.

Schemat Nr. 39 przedstawia układ odbiornika typu **RSZ-47 (AGA—1743)** w wykonaniu P. Z. T. R. Jest to super 6-obwodowy, pracujący na lampach (serii 7-mio woltowej) produkcji amerykańskiej, 3-zakresowy, o częstotliwości pośredniej 463 kc/s. Antena zabocznikowana filtrem nastrojonym na częstotliwość pośrednią. Na wejściu — pojedyńczy obwód strojony. Lampa pierwsza 7S7 (heptoda-trioda) pracuje jako mieszacz. W stopniu drugim — pentoda 7H7 jako wzmacniacz pośredniej częstotliwości. Trzecia lampa 7B6 (trioda-duodioda) wykorzystana dla tonu i automatyki oraz dla wzmocnienia napięciowego niskiej częstotliwości. Wzmocnienie mocy w stopniu wyjściowym uzyskuje się na lampie strumieniowej 7C5 (pentodzie). W obwodzie anodowym tej lampy włączony jest głośnik, którego uzwojenie wzbudzenia służy jako dławik w filtrze sieciowym. Regulację dźwięku uzyskuje się przez zmianę sprzężenia w pierwszym filtrze pośredniej częstotliwości (regulacja szerokości wstęgi) oraz za pomocą zmiany stopnia ujemnej reakcji zastosowanej pomiędzy anodami lamp 7C5 i 7B6. Regulacja odbywa się przełącznikiem. Zasilacz pracuje na 5-cio woltowej lampie 5Y3GT/G.

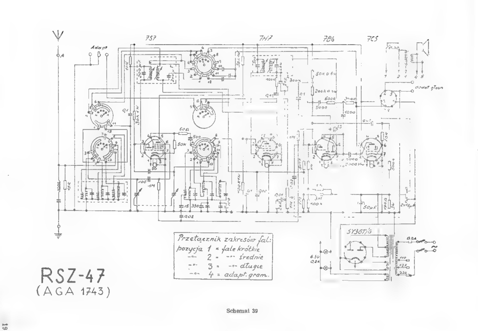
Odbiorniki tego typu należą do pierwszych produkowanych u nas w kraju.

M. Wargalla



ECH11
EBF11
ECL11
AZ11
5000pF
100pF
500pF
100Ω
35pF
50kΩ
430pF
220pF
5000 pF
5000pF
500kΩ
50000pF
30kΩ
50k Ω
0,1μF
50000 pF
200pF
0,5MΩ
50kΩ
2MΩ
200Ω
100pF
Ad
50000pF
10μF
50Ω
100kΩ
100Ω
1MΩ
10μF
30000pF
5000pF
2500pF
100kΩ
1MΩ
10pF
5000pF
200Ω
100kΩ
500 kΩ
100 kΩ
50kΩ
0,5μF
0,5μF
2500pF
0,8A
0,8A
110V
220V
Kr.
Sr.
Dł.
Gr.
I
II
III
IV
V
Opory
0,25W
0,5W
1W
GRAETZ
66W 370642/A

Schemat 38


7S7
7H7
7B6
7C5
Adapt
A
dodat głośn
5Y3GT/G
6.5V
0,2A
0,9A
110
127
220
50μF
2x16μF
Przełącznik zakresów fal:
pozycja 1 = fale krótkie
-"- 2 = -"- średnie
-"- 3 = -"- długie
-"- 4 = adapt. gram.
RSZ-47
(AGA 1743)
Schemat 39

Tania dwuobwodówka dla początkujących

Młody radioamator po eksperymentach nad jednoobwodówkami pragnie zwykle rozbudować swój odbiornik, by powiększyć zarówno zasięg odbiornika jak i selektywność, która w jednoobwodówce przedstawia wiele do życzenia.

Poniżej podajemy opis taniego odbiornika prostego w budowie, który mimo to daje zachęcające rezultaty. Omówimy po kolei układ, który przedstawiony jest na rys. 1.

Odbiornik trzystopniowy, składa się ze wzmacniacza wielkiej częstotliwości, detektora siatkowego i wzmacniacza końcowego, oraz prostownika dla zasilania z sieci prądu zmiennego. Zakresy fal — krótkie, średnie i długie.

Antena sprzężona jest indukcyjnie z pierwszym obwodem rezonansowym.

Dla osłabienia przeszkód ze strony silnej stacji lokalnej w obwodzie anteny włączony jest eliminator.

Ponieważ napięcie anodowe prostujemy bezpośrednio bez transformatora, dla tego masa odbiornika połączona jest z jednym biegunem sieci. Dla zabezpieczenia się przed zwarciem z ziemią, antena i ziemia oddzielona jest od odbiornika kondensatorami 1000 pF i 0,1 μF. Przy tym należy pamiętać że nie wolno dotykać bezpośrednio części metalowych odbiornika przewodem uziemionym, gdyż łatwo o przepalenie korków albo uszkodzenie jakiejś części. Antena z uziemieniem połączone są oporem 50000 omów, dla odprowadzenia ewentualnych ładunków elektrostatycznych z anteny.

Pierwszy obwód rezonansowy znajduje się w siatce lampy wzmacniacza wielkiej częstotliwości. Sygnały z anteny poprzez cewkę antenową wzmocnione są w tym obwodzie i sterują pierwszą lampę. W szereg z kondensatorem obrotowym widzimy kondensator 10000 pF. Powód włączenia tego kondensatora wyjaśniono niżej. Lampa pierwsza otrzymuje napięcie anodowe poprzez drugi obwód rezonansowy. Siatka ekranująca otrzymuje napięcie z potencjometru 50000 i 30000 omów; ponieważ siatka ekranująca musi być dla prądów zmiennych na tym samym potencjale co katoda, zablokowano ją kondensatorem. Dla regulacji wzmocnienia zastosowano zmienny opornik w katodzie na którym zależnie od położenia ślizgacza powstaje ujemne napięcie siatkowe pierwszej lampy. Pierwsza lampa jest selektodą to jest lampą, która posiada w dużych granicach regulowane napięciem siatkowym nachylenie. Wzmocnienie pierwszego stopnia jest proporcjonalne do nachylenia lampy. (oznaczone w katalogach literą SmA/V).

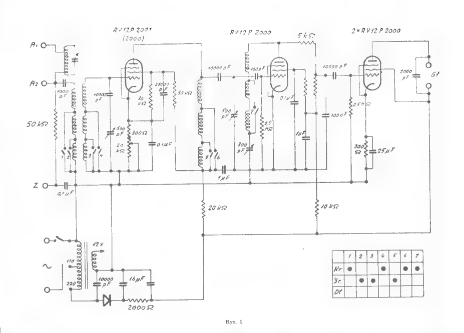
Zwykle nachylenie można regulować w stosunku jak 500:1 przy zmianie napięcia siatkowego od —1V do —30V. W ten sposób unikamy przesterowania i zniekształceń przy odbiorze silnych stacji. Dla uzyskania dobrej regulacji przy małym prądzie anodowym opornik obciążony jest dodatkowo prądem dzielnika napięcia ekranu.

Wzmacniacz wielkiej częstotliwości musi mieć jak każdy inny, w obwodzie anodowym opór roboczy. Oporem roboczym jest obwód rezonansowy, którego opór dla częstotliwości rezonansowej równy jest wyrażeniu $\frac{L}{R.C}$ (Bliższe szczegóły patrz w art. „Zasady obliczania odbiorników i wzmacniaczy")

Zwykle obwód rezonansowy znajduje się w siatce następnej lampy i sprzężony jest indukcyjnie względnie pojemnościowo z obwodem anodowym lampy pierwszej. Przy sprzężeniu indukcyjnym w anodzie włączona jest tylko cewka tzw. anodowa. (1/5 zwojów cewki siatkowej), sprzężona z siatkową; przy sprzężeniu pojemnościowym w obwodzie lampy znajduje się dławik wielkiej częstotliwości zaś anoda połączona jest małym kondensatorem (20 — 50 pF) z obwodem i siatką następnej lampy.

Oba systemy mają swoje zalety i wady, pierwszy wymaga dodatkowego przełącznika i daje na ogół mniejsze wzmocnienie, drugi układ wymaga dobrego dławika dla wszystkich zakresów fal, co nie jest sprawą prostą do rozwiązania.

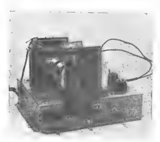
Zastosowany układ jest najprostszy, daje duże wzmocnienie, ale posiada i pewne wady. Pierwsza to niebezpieczeństwo samowzbudzenia; mianowicie wzmacniacz wielkiej częstotliwości może stać się w pewnych warunkach oscylatorem i wtedy odbiór jest niemożliwy, bo w miejscu audycji słyszymy gwizd. Oscylacje tym łatwiej powstają im większe nachylenie lampy wzmacniacza, im większy opór w obwodzie, im wyższa częstotliwość, oraz im większa pojemność siatka - anoda. Najtrudniejszy punkt to pojemność siatka - anoda, w skład której wchodzą dodatkowe pojemności montażu. Dlatego przewody między obwodami i lampami, winny być jak najkrótsze, budowa obwodów przełącznika jak najbardziej zwarta przy jednoczesnym dobrym odekranowaniu obwodu pierwszego i drugiego, (wraz z przełącznikami i przewodami od cewek). Poza tym, ponieważ cewka obwodu rezonansowego jest pod napięciem anodowym, musimy stosować kondensator izolujący siatkę drugiego stopnia, w związku z tym musimy dobrze filtrować napięcie anodowe lampy pierwszej; w przeciwnym wypadku napięcie tętnienia bezpośrednio przedostaje się na siatkę detektora i stąd po wzmocnieniu da przydźwięk w głośniku.



	1	2	3	4	5	6	7
Kr	●			●		●	●
Śr.		●	●		●		
Dł							

Rys. 1

Ponieważ w obwodzie drugim włączony jest kondensator izolujący 10000 pF, dlatego dla uzyskania dobrego zestrojenia dwu kondensatorów na jednej osi, dajemy i do pierwszego obwodu taki sam kondensator.



Rys. 2a

Drugi stopień to detektor siatkowy, przy czym z anody część prądu szybkozmiennego przepływa przez cewkę reakcyjną. Zmieniając pojemność kondensatora reakcyjnego zmieniamy wielkość prądu, a stąd i odtłumienie obwodu. Z anody prąd małej częstotliwości po odfiltrowaniu składowej szybkozmiennej oporem 5kΩ i kondensatorem 100 pF, przedostaje się przez kondensator sprzęgający 10000 pF na siatkę lampy końcowej.

Lampa końcowa zasila głośnik; równolegle do głośnika włączony jest kondensator 2000 pF, który osłabia wysokie tony, trzaski itp. dając przyjemniejszą barwę dźwięku. W katodzie tej lampy widzimy opór 300 omów zablokowany niskowoltowym kondensatorem elektrolitycznym 25 μF.

Opór ten daje ujemne napięcie siatkowe dla lampy końcowej.

Zasilanie.

Odbiornik zasilany jest z sieci prądu zmiennego, przy czym dla oszczędności mocy i dla dłuższego życia lamp zastosowano autotransformator zaopatrzony w dodatkowe uzwojenie dla żarzenia lamp. Wystarczy tu wobec małej mocy transformatorek dzwonkowy.

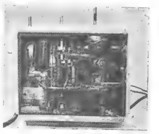
Napięcie stałe otrzymujemy po wyprostowaniu przy pomocy prostownika selenowego; oczywiście można tu użyć lampy prostowniczej, należy tylko wtedy dodać uzwojenie żarzenia.

Lampy.

Jako lampy zastosowano w pierwszym stopniu RV12P2001 (selektoda), w braku tej, można stosować: P2000, jedynie tylko regulacja siły głosu nie będzie płynna, i zakres regulacji też się zmniejszy. W detektorze i stopniu końcowym użyto lampy RV12P2000, przy czym dla większej mocy (1W) połączono dwie lampy równolegle. Oczywiście można tu z powodzeniem użyć jakiekolwiek inne lampy np. 6K7, 6J7, 6F6, (amerykańskie), albo inne serii europejskiej.

Cewki.

Cewki zastosowano gotowe, znajdujące się na rynku zespoły firmy R a d i o h m (Brwinów), z braku tych można zastosować inne, lub nawet nawinąć samemu wg wskazówek w Nr. 6 z 1946. Cewki krótkofalowe sami sobie sporządzimy: na karkasie o średnicy 10 mm. nawiniemy 17 zwojów drutu 0,8 mm. Długość uzwojenia około 22 mm. Cewka antenowa na 5 zwojów, cewka reakcyjna 8 zwojów w odległości 2 mm od cewek siatkowych.



Rys 2b Widok od spodu chassis

Zmontowany odbiornik przedstawia rys. 2a i 2b.

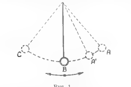
KĄCIK KRÓTKOFALOWCA

NADAJNIKI

Cz. I

Jak powstają oscylacje w nadajniku

Zanim przystąpimy do opisów budowy i działania nadajników, zaznajomimy początkujących krótkofalowców z istotą drgań elektromagnetycznych w obwodach rezonansowych, w obwo-



Rys. 1.

dach, które są zasadniczym elementem kazdego nadajnika.

Dla lepszego zrozumienia zjawisk, omówimy najpierw podobne przebiegi jakie spotykamy w życiu codziennym. Przypatrzmy się np. zegarowi wahadłowemu; o ile jest on nakręcony, wahadło wykonuje miarowe ruchy, a energię na pokrycie strat tarcia dostarcza napięta sprężyna za pośrednictwem dźwigni, kółek zębatych itd.

Weźmy pod uwagę oddzielnie wahadło jak na rys. 1 w postaci ciężarka zawieszonego na sznurku.

Wprawić go w ruch możemy dwoma sposobami; albo unosimy ciężarek łukiem do góry w stosunku do położenia spoczynku, albo pchniemy ciężarek szybkim ruchem.

W pierwszym wypadku przez podniesienie ciężarka udzieliliśmy mu energii potencjalnej (położenia), w drugim wypadku przez szybki ruch nadaliśmy ciężarkowi energię kinetyczną (ruchu). Ciężarek wahadła osiąga położenie górne **A**, na skutek siły ciężkości zaczyna się poruszać po łuku w dół uzyskując energię kinetyczną, przechodzi przez najniższy punkt **B** z największą szybkością, i dzięki energii kinetycznej wznosi się do górnego położenia — punktu **C**. Ciężarek wznosząc się do góry uzyskuje znowu energię potencjalną kosztem energii kinetycznej. Szybkość jest coraz mniejsza a w punkcie **C** na krótki moment równa zeru.

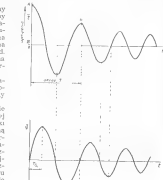
Dzięki różnicy poziomów ciężarek znowu odbywa ruch na dół a następnie w kierunku punktu **A** i osiąga punkt **A'** położony niżej punktu **A**. Zjawisko powtarza się aż po pewnym czasie ruch wahadła ustanie.

Gdyby nie było strat np. na tarcie wahadła w powietrzu, tarcie cząstek w wyginającym się sznurku w miejscu umocowania itp., wahadło raz wytrącone z równowagi poruszałoby się ciągle.

Jeżelibyśmy mogli obserwować ten ruch z opóźnieniem i odmierzali długość łuku przebytego przez ciężarek w jednostce czasu, wtedy łatwo da się sporządzić wykres zależności drogi od czasu jak na rys. 2. Jak widzimy, wykres przedstawia nam linię falistą o malejącym wychyleniu.

Odległość od osi czasu do maksymalnego wychylenia nazywamy amplitudą; zaś czas między jednym maksimum a drugim (np. A ÷ A') nazywamy okresem wahań (T).

Przebieg wahań ma charakter zanikający a maksima leżą na linii określonej funkcją wy-



Rys 2a, b.

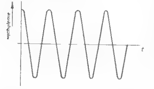
kładniczą; gdyby strat nie było, amplitudy wychyleń byłyby stale jednakowe (maksima leżałyby na linii prostej).

Podobnie możemy przedstawić na wykresie zależność szybkości ruchu ciężarka od czasu. W punkcie A, C i A′ szybkość jest równa zeru, w punkcie B maksymalna; przebieg ten przedstawia rys. 2b. Jak widzimy oba przebiegi są podobne, tylko że są przesunięte w fazie; maksimum szybkości osiąga się po upływie czasu T/4

Rys. 3

Jeżeli ciężarek unieślibyśmy wyżej, okres wahań nie zmieniłby się, a zmieniłaby się amplituda i szybkość; okres wahań zależy m. in. od długości wahadła i od masy ciężarka.

Jak wspominaliśmy wskutek strat amplituda wahań się zmniejsza; im większe straty tym szybciej wahania ustają.



Rys 4

Przy bardzo dużym tłumieniu (np. gdy umieścimy wahadło w płynie) wahań okresowych w ogóle nie będzie, a wychylony ciężarek dojdzie tylko do położenia równowagi.

W sposób sztuczny możemy wahania podtrzymywać, mianowicie jeżeli w odpowiednim czasie dostarczymy z zewnątrz energii, która pokryje straty.

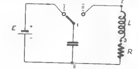
Jeżeli np. popchniemy wahadło zgodnie z jego ruchem co kilka okresów, otrzymamy przebieg jak na rys. 3.

Oczywiście możemy dostarczać energię co pół okresu, wtedy otrzymamy wahania o stałej amplitudzie (rys. 4) i przebieg taki nazywa się sinusoidalny ciągły. O ile dostarczać będziemy energię 1 raz na okres (np. w półfali górnej) wtedy amplitudy wahań będą również stałe, ale dobrze to sobie zapamiętajmy, wychylenie dolne (na wykresie) będzie miało zależnie od strat **amplitudę nieco mniejszą od górnej.**

Ma to przez analogię związek z zawartością harmonicznych w oscylacjach generatora lampowego, w którym energię dostarcza się przez część okresu.

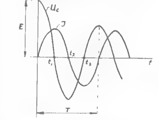
W praktyce wahadło w zegarze posiada wahania o stałej amplitudzie, a straty na tarcie pokrywane są przez energię sprężyny za pośrednictwem specjalnego mechanizmu.

Wyobraźmy sobie teraz obwód elektryczny jak na rys. 5, złożony z baterii o napięciu E, przełącznika, kondensatora C, cewki L i oporu R równoważnego oporom strat całego obwodu (opór cewki, opór strat na promieniowanie, strat w kondensatorze itp.). Załączmy kondensator na baterię (położenie przełącznika I).



Rys 5 (Uwaga: brak oznaczenia kondensatora »C«)

Kondensator po upływie pewnego czasu naładuje się do napięcia baterii E i energia jego wyniesie $\frac{C \cdot E}{2}$ Przerzućmy przełącznik w położenie II; kondensator (rys. 6) zacznie się rozładowywać poprzez cewkę L i opór R. Na skutek indukcyjności cewki powstanie na jej zaciskach przeciwdziałająca siła elektromotoryczna samoindukcji (o kierunku 3 → 2), która hamuje wzrost prądu wyładowania.



Rys. 6

Przepływ prądu przez cewkę wytwarza pole magnetyczne, którego energia równa się $\frac{L \cdot I^2}{2}$

a maksymalna energia pola zaistnieje wtedy gdy i prąd osiągnie wartość maksymalną. Zatem kondensator rozładowuje się i jego napięcie zmniejsza się stopniowo do zera.

Prąd wyładowania jest początkowo mały, ponieważ jego zjawienie się wywołuje w cewce pole magnetyczne i związaną z nim siłę elektromotoryczną indukcji, która przeciwstawia się szybkiemu wzrostowi prądu.

Prąd jednak wzrasta i osiąga wartość maksymalną **w przybliżeniu** w tym momencie, gdy napięcie kondensatora spada do zera (czas t_1). Pewna analogia z wahadłem — napięcie kondensatora różnica poziomów ciężarka (punkt A i B) prąd elektryczny — szybkość ruchu ciężarka).

Zatem gdy napięcie na kondensatorze spadło do zera, powinien i prąd ustać. Tymczasem na skutek zanikania pola magnetycznego powstaje w uzwojeniu cewki siła elektromotoryczna tak skierowana, że podtrzymuje ona przepływ prądu; zatem siła elektromotoryczna skierowana w kierunku 2 ⟶ 3 zacznie ładować kondensator, tak że punkt 4 będzie teraz stawał się dodatni w stosunku do p. 1.

Pole magnetyczne zanika w dalszym ciągu do zera a z nim i prąd ładowania kondensatora; równocześnie napięcie na kondensatorze osiąga wartość maksymalną (czas t_2). Począwszy od tego momentu kondensator zacznie się rozładowywać przez obwód, i popłynie prąd w kierunku ⟶ 4 ⟶ 3 ⟶ 2 ⟶ 1.

Podobnie jak poprzednio, wskutek siły elektromotorycznej samoindukcji prąd nie wzrośnie momentalnie. Ze wzrostem prądu będzie maleć napięcie na kondensatorze czyli wzrastać energia pola magnetycznego $\frac{I^2 . L}{2}$, a maleć energia pola elektrycznego $\frac{U^2 . C}{2}$. A więc podobnie jak przy wahadle energia potencjalna zamieniała się na kinetyczną i odwrotnie, tak samo i tutaj oscylacje odbywają się przy zamianie energii pola elektrycznego na energię pola magnetycznego i odwrotnie.

Gdy prąd rozładowania osiągnie maksimum (czas t_3) i zacznie się zmniejszać, znowu powstanie siła elektromotoryczna, która ładować będzie kondensator — i zjawisko się powtarza. W ten sposób otrzymujemy przebieg oscylacyjny zmieniający się w czasie, podobny do miarowych ruchów wahadła.

Czas pomiędzy dwoma maksimami przebiegu nazywa się tu okresem drgań (T).

Na skutek strat (ruch elektronów w przewodniku itp.) amplituda drgań prądu i napięcia z czasem zanika. Szybkość zanikania oscylacyj zależy od wielkości oporu R, i w krańcowym wypadku będziemy mieli wyładowanie tzw **aperiodyczne** bez oscylacyj.

Chcąc otrzymać drgania o niezanikającej amplitudzie, musimy, podobnie jak przy wahadle, dostarczać do obwodu energię na pokrycie strat.

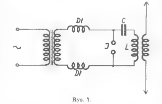
Okres drgań zależy od wartości elementów obwodu L,C,R i w przybliżeniu może być określony wzorem

$$T = 2\pi \sqrt{L . C} \quad . . . . . \quad H, F, sek.$$

Częstotliwość, to jest ilość drgań na senkundę, określi się odwrotnością tego wyrażenia

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi \sqrt{L . C}}$$

Pierwsze nadajniki iskrowe składały się z obwodu rezonansowego, sprzężonego z anteną (rys. 7) Obwód rezonansowy otrzymywał ener-

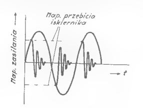


Rys. 7.

gię impulsami. Częstotliwość prądu zasilającego transformator wynosiła około kilkaset cykli na sekundę.

Kondensator C ładuje się wolno, zgodnie z przebiegiem napięcia transformatora, ponieważ dławiki nie pozwalają na ładowanie oscylacyjne. W momencie gdy napięcie transformatora osiąga wartość, przy której następuje przeskok iskry w iskierniku (I) i zamknięcie obwodu rezonansowego LC, w obwodzie powstają oscylacje o amplitudzie malejącej. (Iskiernik w czasie przeskoku iskry jest zjonizowany i przewodzi prąd elektryczny). (rys. 8). Dzięki sprzężeniu, energia obwodu pierwszego przelewa się do obwodu anteny i tu rozchodzi się w przestrzeń pod postacią fal elektromagnetycznych. Jak widzimy nadajniki iskrowe wysyłają ciąg fal zanikających. Tego rodzaju fale posiadają b. wiele wad, przede wszystkim dają wiele harmonicznych i wskutek tego zakłócają odbiór innych stacyj. Nadajniki iskrowe mają jednak zalety prostej budowy, a zakłócenia na szerokiej wstędze są czasem korzystne np. przy wysyłaniu sygnałów S.O.S. Dlatego używane były jeszcze do niedawna w marynarce na łodziach ratunkowych itp

Poza tym jeszcze dzisiaj można spotkać tego rodzaju układy w urządzeniach elektromedycznych (diatermia). W nadajnikach iskrowych nie można także zastosować modulacji amplitudy do przekazywania audycji fonicznych.



Rys. 8.

Z podanych powodów stosuje się dzisiaj powszechnie nadajniki wysyłające fale ciągłe (o stałej niezanikającej amplitudzie). Jak widzieliśmy poprzednio, dla uzyskania oscylacji ciągłych, musimy dostarczać przynajmniej raz w okresie energię na pokrycie strat. Elementem, który tę czynność wykonuje, jest lampa elektronowa.

Przypatrzmy się układowi na rys. 9; jest to klasyczny oscylator Meissnera; składający się z obwodu rezonansowego LC, cewki sprzęgającej Ls, lampy elektronowej triody i baterii zasilających.

Jeżeli załączymy wyłącznik W, w pierwszej chwili popłynie prąd ładujący kondensator; siatka posiada potencjał zerowy, a samoindukcja cewki początkowo impulsu nie przepuści. Naładowany kondensator zacznie się rozładowywać oscylacyjnie a prąd w cewce L wyindukuje napięcie na zaciskach cewki Ls. Przypuśćmy, że końce cewki Ls są tak połączone z lampą, że gdy napięcie na zacisku cewki L, połączonym z anodą, jest ujemne w stosunku do katody, (opór wewnętrzny baterii zablokowanej kondensatorem C, jest tak mały, że możemy uważać ją za zwartą dla prądów szybkozmiennych), wtedy siatka posiada w stosunku do katody potencjał dodatni.

A zatem gdy płynie prąd obwodu przez cewkę L od (+) do (—) i prąd ten na skutek strat się zmniejsza, wtedy dodatni potencjał na siatce powoduje zwiększenie się prądu anodowego, który przepływając przez tę samą cewkę zwiększa jej strumień magnetyczny. O ile energia czerpana z baterii pokrywa w całości straty w obwodzie, wtedy oscylacje się ustalają. Jak wiadomo prąd anodowy (a zatem i energia pobierana z baterii) jest zależny od napięcia siatki, które znowu w tym wypadku zależy od sprzężenia cewek L i Ls. Im sprzężenie większe, tym większe napięcie na siatce (wysterowanie), tym większa energia dostarczana do obwodu.

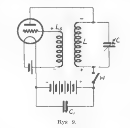
Wzrost napięcia siatki powoduje wzrost prądu, wzrost prądu ze swej strony wywołuje wzrost napięcia na siatce i w ten sposób amplituda oscylacji rosłaby nieograniczenie.

W rzeczywistości jednak wskutek krzywoliniowości charakterystyk lamp (górne i dolne zakrzywienie) zmniejsza się czas przepływu prądu anodowego i oscylacje się ustalają.

Tak więc do powstania i podtrzymania oscylacji w generatorze lampowym muszą być spełnione następujące warunki:

1) Musi istnieć sprzężenie między obwodem siatkowym i anodowym takie, aby siatka i anoda miały w stosunku do katody przeciwne potencjały, to znaczy, że gdy potencjał siatki jest w pewnym momencie dodatni, potencjał anody (dla prądu o częstotliwości oscylacji) musi być w stosunku do katody ujemny.
   W języku technicznym mówimy, że siatka i anoda muszą mieć napięcie przesunięte w fazie o 180°.
2) Wielkość sprzężenia musi być taka, aby energia tracona w obwodzie była w całości pokryta ze źródła zewnętrznego.
3) Bilans energetyczny całego układu musi być następujący: energia pobrana z baterii równa się energii traconej w obwodzie energia tracona w lampie.

Jak z powyższego widzimy, układ jest pewnego rodzaju przetwornicą. Z baterii pobieramy energię prądu stałego, w obwodzie rezonansowym otrzymujemy energię prądów zmiennych.

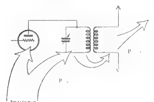


Rys 9.

Ogólnie biorąc, opór R obwodu reprezentuje oprócz oporu omowego cewki także opór przeniesiony z innego obwodu np. opór promieniowania anteny.

Podobnie jak we wszystkich tego rodzaju urządzeniach, mamy do czynienia z elementa-

mi, w których traci się bezużytecznie energię, wskutek czego sprawność układu jest zawsze mniejsza od jedności.



Rys. 10. Rozpływ energii w nadajniku

W generatorze lampowym rozróżniamy następujące etapy przekazywania energii (rys. 10):

1) Energia pobrana z baterii A_0 idzie na wytworzenie energii prądu zmiennego w obwodzie rezonansowym $A_{\sim}$ i na straty w lampie Aa.

Bilans energetyczny

$$A_0 = A_{\sim} + A_a$$

sprawność generatora:

$$\eta_g = \frac{\text{energia prądu zmien. dostarcz. do obwodu}}{\text{energia pobrana z baterii}}$$

$$\eta_g = \frac{A_{\sim}}{A_0}$$

Orientacyjna sprawność generatorów wynosi od 60 — 70%.

Równie dobrze możemy operować mocą

$$P_0 = P_{\sim} + P_a$$

$$\eta_g = \frac{P_{\sim}}{P}$$

moc tracona w lampie

$$P_a = P_0 - P_{\sim}$$

W literaturze amerykańskiej moc dostarczoną przez baterię oznacza się P_i — (input — wejście). Moc wydzieloną w obwodzie.

P_{ou} (output — wyjście).

2) Energia dostarczona do obwodu rezonansowego idzie na pokrycie strat własnych obwodu (straty w cewce i kondensatorze itp.) oraz na wytworzenie drgań w obwodzie antenowym. Rozróżniamy i tu sprawność obwodu, określoną stosunkiem oporu „przeniesionego" z obwodu anteny do sumy tego oporu i oporu strat obwodu

$$\eta_{obw.} = \frac{R'_{ant}}{R_{obw.} + R'_{ant}}$$

Sprawność obwodu wynosi zwykle około 90 95%.

3) Energia dostarczona do obwodu anteny znowu dzieli się na energię pokrywającą straty w elementach tego obwodu oraz na energię wypromieniowaną, która daje efekt w odbiornikach.

Można i tu określić sprawność obwodu antenowego jako stosunek oporu promieniowania (R_{pr}) do sumy oporów całego obwodu antenowego.

$$\eta_{ant} = \frac{R_{pr}}{R_{strat\ ant} + R_{pr}}$$

Sprawność obwodu antenowego zależy w dużej mierze od oporu promieniowania określonego stosunkiem długości fali wypromieniowanej do długości anteny.

Przy falach długich może sprawność wynosić do kilku procent, na falach krótkich warunki są o wiele korzystniejsze.

Jak z tego widzimy z całkowitej energii pobranej z baterii tylko pewna część idzie na promieniowanie, reszta zaś traci się bezużytecznie na ciepło. Dlatego dobry krótkofalowiec, którego nadajnik posiada moc ograniczoną przepisami, powinien dążyć do jak najlepszego wykorzystania i gospodarowania energią.

W następnych artykułach zajmiemy się układami amatorskich nadajników i podkreślimy te momenty, które pozwolą na osiągnięcie dobrych wyników w pracy krótkofalowca.

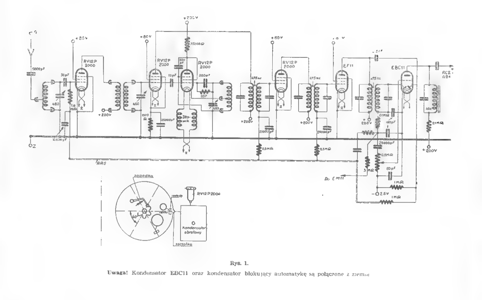
NASI CZYTELNICY PISZĄ:

Pod tym tytułem zamieszczać będziemy w ramach „Kącika krótkofalowców" różne wiadomości i spostrzeżenia w pracy na falach krótkich przesyłane nam przez Czytelników. Prosimy wszystkich o współpracę. (Red.)

Ob. Pasterny Józef — Katowice.

Zbudowałem sobie superheterodynę, której ostateczny schemat po licznych przeróbkach aparatu przesyłam w załączeniu. Największą trudność miałem w uzyskaniu dobrego odbioru fal krótkich poniżej 16 m. Na początku zastosowałem jako wzmacniacz wysokiej częstotliwości bezszumną pentodę EF13 i jako oscylator — modulator, triodę heksodę ECH-11. Wyniki odbioru fal poniżej 16 m., były bardzo nikłe.

Aparat przerobiłem i zastosowałem osobny oscylator i osobny modulator, stosując do tego celu lampy RV12 P2000.



Rys. 1.

Uwaga! Kondensator EBC11 oraz kondensator blokujący automatykę są połączone z ziemią

Oscylator pracował kolejno w układzie z cewką reakcyjną, w układzie dynatronowym i wreszcie transitronowym, jednak bez skutku. Przy zastosowaniu oscylatora w układzie Hartley'a (Hartley'a zmodyfikowanego — jak na rysunku) i modulacji lampy drugiej w supresorze (siatce chwytnej) wynik też był niezadowalający — duże szumy i słaby odbiór.

Zmieniłem modulowanie lampy 2-giej stosując układ podany jak na rysunku, sprzężenie siatek sterujących oscylatora i modulatora przez kondensatorek 5 do 10 pF. Wyniki były o wiele lepsze. Uzyskałem wprawdzie dobrze pas 13 m, jednak poniżej 13 m. nie odebrałem już żadnej stacji. Kierując się przypuszczeniem, że prądy wysokiej częstotliwości poprzez pojemność katoda - żarzenie, przechodzą do obwodu żarzenia i powodują tam pewne zaburzenia, włączyłem do obwodu żarzenia dławiki wielkiej częstotliwości. Mianowicie na rurze ∅ 10 mm i długości 2 × 50 mm nawinąłem 2 × 50 zwojów drutem ∅ 0,6 mm emalia - jedwab. Wynik był rewelacyjny. Na fali ~ 13 m. odbierałem po południu o godz. 18.00 stację „Columbia System" USA i stacje amatorskie w pasie 10 m. Oprócz tego odebrałem kilkakrotnie w pasie 7 ÷ 8 m. stację w języku angielskim, zdaje mi się, że foniczną telewizyjną. Odbiór tej stacji był dość przypadkowy ponieważ w innych dniach, pomimo prób, stacji tej nie odebrałem.

Najlepszy odbiór tej stacji był na krótkiej antenie o długości ~ 7 m. wraz z doprowadzeniem. Cewki siatkowe obwodów rezonansowych posiadały 8 zwojów nawiniętych na karkasie o średnicy ∅ 10 mm drutem ∅ 1,3 mm w emalii, przy czym cewka lampy 1-szej odgałęziona była na 3-cim zwoju, zaś cewka oscylatora na 4-tym

W dniach odbioru stacji angielskiej „złapałem" w tym samym pasie (7 ÷ 8 m.) francuską stację „Radio Tuluza" jednak z dużymi zniekształceniami (czy aby ta stacja nie stosuje modulacji częstotliwości?).

Ponadto zaobserwowałem, że w tym samym czasie w pasach 12 m, 9 m i poniżej 7 m występowały zakłócenia objawiające się ciągłym tonem ~ 500 c/s modulowanym ostro częstotliwością ~ 30 c/s. Ponadto przejeżdżające samochody wywoływały silne, ostre trzaski, których już w pasie 16 m. nie zaobserwowałem

Opis aparatu.

Podany odbiornik jest 9-cio obwodową superheterodyną o sześciu zakresach (od ~ 6 m. do 2000 m.). Zamiast przełącznika fal, zastosowałem tzw. rewolwer cewkowy, uzyskując w ten sposób b .krótkie połączenie cewek do kondensatorów obrotowych i lamp. Na zakresach fal krótkich, których jest 4, przewidziano wstępny wzmacniacz w. częstotliwości; natomiast na falach średnich i długich 1-sza lampa jest wyłączona i cewki z kondensatorami obrotowymi załączone są do siatki lampy drugiej jako filtr wstęgowy. Oscylator w układzie Hartley'a Częstotliwość pośrednia ~ 475 kc/s. Wzmacniacze pośredniej częstotliwości, detektor, wzmacniacz niskiej i wzmacniacz mocy wykonane są normalnie. Wobec braku pentod o zmiennym nachyleniu (np. RV12 P2001) zastosowano b. słabą automatykę. W obwodzie anodowym lampy EBC11 wbudowano obwód rezonansowy na 40 c/s celem uwydatnienia tonów niskich.

Zasilacz składa się z 1 transformatora anodowego i z uwagi na kilka rodzaji napięć żarzenia (12,6 6,3 i 4V) z oddzielnego transformatora żarzenia. Ten ostatni posiada również uzwojenie 1 × 50V dla uzyskania ujemnego napięcia dla lampy AD1 (—45V).

Ogółem zastosowałem 11 lamp a mianowicie:

1) RV12 P2000 — wzmacniacz w. częstotliwości,
2) RV12 P2000 — wzmacniacz w. częstotliwości i modulator.
3) RV12 P2000 — oscylator.
4) RV12 P2000 — wzmacniacz pośredniej częstotliwości.
5) EF 11 — wzmacniacz pośredniej częst.,
6) EBC 11 — detektor i wzmacniacz m. częst.,
7) EM 11 — wskaźnik dostrojenia.
8) AC 2 — wzmacniacz m. częst.,
9) AD 1 — wzmacniacz mocy,
10) AZ 12 — prostownik anodowy.
11) V 430 — prostownik ujemnych napięć siatkowych

KUPON Nr 18

na odpowiedź w »Radio«

Nazwisko

Adres

Odpowiedzi Redakcji

„Majster Popsuj", Warszawa. — Przez przyłożenie uziemienia do siatki sterującej lampy żarzonej bezpośrednio z sieci, popłynął przez nią tak duży prąd emisyjny, że w b. krótkim czasie spowodował spalenie jej włókna. Manipulowanie przy odbiornikach typu uniwersalnego wymaga dużej uwagi i ostrożności.

Pocześmowski Witold, Gliwice. — Opór dopasowania, albo opór zewnętrzny lampy głośnikowej tworzy transformator, obciążony głośnikiem. Cewki zastosowane w przyrządzie do pomiaru indukcyjności (Nr. 5 mies. z 47 r.) nadaje się do pomiaru pojemności, co zresztą widać z fotografii i schematu modelu. Zamiast lampy 6A8 można użyć lampę 2A7, uwzględniając różnice w danych katologowych tych lamp, głównie dotyczących żarzenia. Sprawę sprzężenia zwrotnego (reakcji) radzimy rozwiązać tak, jak zostało to pokazane na schemacie odbiornika dwuobwodowego w Nr. 2 tyg. RiS z r. 1948. Wykorzystanie diody jako detektora pokazane jest na rys. 4 w Nr. 7 tyg. RiS z r. 1948. W celu uruchomienia automatyki należało by część napięcia wys. częst. przez mały kondensator rzędu 10pF skierować dla wyprostowania na diodę, a następnie jako napięcie stałe podać siatce selektody.

Kolasiński Janusz. Bielsk Podlaski. — Korzystanie z akumulatorów samochodowych dla zasilania anodowych obwodów małych lamp bateryjnych RV2,4P700 teoretycznie nie wymaga częstszego ich ładowania, jak raz na kilka lat (ok. 10.000 godz. pracy) odpada więc kłopot, o którym P. wspomina. Takie powolne rozładowanie nie jest jednak „zdrowe" dla akumulatorów ołowiowych i dlatego w praktyce należałoby obciążyć je znacznie większym prądem rozładowania.

Jankowski Ryszard. W-wa. — Układ odbiornika „Elektrit-Herold" AK2, AF3, ABL1 i AZ1 wraz z cewkami radzimy skopiować z jakiegokolwiek innego schematu, zaprojektowanego na tych samych lampach.

Szymański, Częstochowa. — Brak reakcji może być spowodowany uszkodzeniem w obwodzie sprzężenia zwrotnego, zmianą warunków pracy tego sprzężenia wreszcie niewłaściwą pracą samej lampy. Skutkiem uszkodzenia padingów w obwodzie oscylatora może być oprócz rozstrojenia odbiornika zwarcie obwodów, co w obydwóch wypadkach wywrze wpływ na jakość odbioru. Do sprawdzenia na mostku pojemnościowym padingi powinny być wylutowane z aparatu.

Słupiński Wł. Jedlnia. — Dla usunięcia zakłóceń, pochodzących z silnika elektrycznego, radzimy zastosować jedno z urządzeń przeciwzakłóceniowych, jakie zostały opisane w Nr. 4—5 mies. z 1946 r.

Szore Henryk, Gdańsk. — Przy wyborze kondensatorów elektrolitycznych do filtracji napięcia wyprostowanego należy zwracać uwagę na wysokość napięcia pracy kondensatora, które powinno być możliwie duże. (np. 550 woltów). Schemat odbiornika ludowego t. zw. D.K.E. znajdzie P. w Nr. 1—2 mies. „Ra" z r. 1947 Lampy dwusiatkowe nie posiadają odpowiedników wśród lamp nowoczesnych.

Jagiełło Zbigniew, Plastów. — Odbiornik z trzema lampami RV12P2000 został opisany w Nr. 9 mies. „Ra" z 1946 r.; tam też znajdzie Pan dane i układ cokołu tej lampy. Dane, potrzebne do wykonania cewek na rdzeniu ferrocartowym podaliśmy w Nr 6 „Ra" z 1947 r.

Mieloch Witold, Lutynia. — W odbiorniku „Mende" 289W mogą być zastosowane następujące lampy: ACH1 (ECH3), AF3, ABC1, AL4, AZ1.

Cieślak Mieczysław. Bierzwinek. — Opisane przez P. zjawisko złej pracy odbiornika z uziemieniem jest skutkiem niedostatecznego dostrojenia obwodu antenowego do obwodów strojonych. Przebudowa każdego odbiornika w dowolny sposób jest możliwa nie zawsze jednak przynosi ona pożądaną korzyść; wskazówką mogą tu być różnice, wynikające z porównania układu posiadanego aparatu ze schematem, wg. którego miałby on być przerobiony.

Z nowych książek

Nakładem Biura Wydawnictw Polskiego Radia ukazała się książka p. t. „Fizyczne podstawy radiotechniki", angielskiego autora M. Nelkona, doświadczonego pedagoga w szkoleniu radiotechników.

Książka w oryginalnym ujęciu, wprowadza Czytelnika w przedmiot radiotechniki dając wyjaśnienie wszystkich zjawisk od strony fizykalnej.

Dzięki temu, zasady radiotechniki, tłumaczone zwykle suchymi formułami matematycznymi, stają się zrozumiałe i jasne nawet dla tych, którzy z radiotechniką nie mieli dotych czas nic wspólnego.

Mimo takiego ujęcia, książka omawia i wyjaśnia działanie nawet bardzo skomplikowanych układów, stosowanych w najnowszej technice radiowej. Rozpoczynając od elektrycznej budowy materii, autor omawia kolejno w przystępnej formie zjawiska i prawa rządzące elektrotechniką, następnie poprzez zasadę działania lamp elektronowych dochodzi do układów i poszczególnych elementów urządzeń radiotechnicznych.

W oparciu o znane analogie z optyki i akustyki tłumaczy w zrozumiały dla wszystkich sposób rozprzestrzenianie się fal elektromagnetycznych, załamanie w jonosferze i promieniowanie. Na zakończenie znajdujemy rozdział poświęcony omówieniu oscylografu katodowego stosowanego dzisiaj nie tylko w radiotechnice, lecz i w wielu innych gałęziach nauki.

Około 180 ćwiczeń ułatwia głębsze poznanie i zrozumienie praw rządzących radiotechniką. Mimo tak popularnego ujęcia, Czytelnik znajdzie wiele materiału, na podstawie którego może samodzielnie obliczać i konstruować prostsze urządzenia radiotechniczne. Z tych względów książka jest znakomitym podręcznikiem dla studentów szkół zawodowych, dla radiotechników i amatorów, a także dla wszystkich, którzy interesują się radiotechniką i szukają przystępnego wytłumaczenia jej zasad.

Książka zawiera 400 stron druku i ponad 500 rysunków.

NOMOGRAM Nr 17

Osłabienie niskich częstotliwości we wzmacniaczu oporowym

Przy projektowaniu wzmacniaczy małej częstotliwości musimy spełnić szereg narzuconych warunków odnośnie mocy wyjściowej, spółczynnika zniekształceń i charakterystyki częstotl.

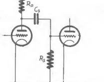
Charakterystyka częstotliwości zależy od dobrania wartości elementów, których opory zmieniają się z częstotliwością.

Są to indukcyjności transformatorów i dławików, oraz pojemności kondensatorów sprzęgających lub bocznikujących.

Normalnie stosowane dzisiaj układy to wzmacniacze transformatorowe w stopniach mocy i wzmacniacze oporowe w stopniach wstępnych.

Charakterystyka częstotliwości całego wzmacniacza zależy od charakterystyk poszczególnych stopni, i jest na ogół dla częstotliwości średnich (od 400 c/s do 3000 c/s) prostoliniowa, zaś dla niskich (50 ÷ 100 c/s) i wysokich 5000—8000 c/s) opada.

Zależnie od przeznaczenia wzmacniacza dopuszcza się większe lub mniejsze odchylenia od prostoliniowej charakterystyki; tak np dla wzmacniaczy średniej jakości dopuszcza się spadek charakterystyki do 2 db na skrajnych częstotliwościach.



Rys. 1.

Przy projektowaniu, ze względów ekonomicznych, na stopnie transformatorowe przeznacza się większe spadki charakterystyki, bo wtedy będziemy mogli zastosować mniejszy, a zatem tańszy transformator, natomiast w stopniach oporowych spadki charakterystyki powinny być jak najmniejsze. Na przykład jeżeli mamy zbudować wzmacniacz dwustopniowy z lampą końcową sprzężoną transformatorowo z głośnikiem, wtedy na pierwszy stopień oporowy dopuścimy 0,5 db (ok. 6%) spadku charakterystyki, zaś na stopień końcowy 1,5 db, tak aby w całości odchylenie nie było większe od 2 db. (Nie uwzględniamy tu wpływu innych elementów jak kondensatorów blokujących, których dobór omówimy na innym miejscu).

Poniższy nomogram pozwala na określenie pojemności kondensatora sprzęgającego anodę z siatką stopnia następnego w zależności od dopuszczalnego spadku charakterystyki. We wzmacniaczu oporowym (rys. 1) na częstotliwościach średnich wpływ pojemności możemy pominąć; na niskich częstotliwościach opór kondensatora Cs wzrasta, wskutek czego coraz mniejsza część zmiennego napięcia anodowego (Ua) przedostaje się na siatkę następnego stopnia.

Stosunek napięcia na siatce przy częstotliwości średniej do napięcia przy częstotliwości niskiej określony jest w decybelach następującym wzorem:

$$M = 20 \log \sqrt{1 + \left(\frac{1}{2\pi\, fn\, Cs\, Rs}\right)^2} \text{ db.}$$

gdzie fn — najniższa częstotliwość zakresu
Cs — pojemność kondensatora w F.
Rs — opór siatkowy w omach,
π — 3.14.

Jak widać z tego wzoru przy dużych częstotliwościach człon drugi jest b. mały, zaś przy niskich wzrasta. Według tego wzoru opracowano poniższy nomogram.

Przykłady wyjaśnią sposób korzystania z nomogramu.

1. Określić pojemność Cs, jeżeli we wzmacniaczu z oporem siatkowym 0,5 Mg dopuścimy spadek charakterystyki 0,5 db dla częstotliwości 40 c/s.

Łączymy punkt 0,5 db z punktem 40 c/s; otrzymany punkt przecięcia na osi pomocniczej łączymy z punktem 0,5 Mg. Na skali kondensatorów odczytujemy wartość 0,023 μF tj. 23000 pF.

2. Obliczyć spadek charakterystyki przy częstotliwości f = 50 c/s, jeżeli zastosujemy opór siatkowy 0,5 Mg i kondensator 10000 pF (0,01 μF).

Łączymy punkty 0,5 Mg i 0,01 μF; punkt przecięcia z osią pomocniczą łączymy z punktem 50 c/s, odczytujemy na osi decybeli 1,45 db.

Redaguje Komitet — Wydawca: Biuro Wydawnictw P. R.

Adres Redakcji i Administracji: Warszawa, Noakowskiego 20.

Warunki prenumeraty: Półrocznie wraz z przesyłką pocztową zł. 360. Prenumeratę należy wpłacać na konto czekowe w PKO Nr I-330 „Radio i Świat". Na odwrocie blankietu nadawczego należy zaznaczyć: prenumerata miesięcznika „Radio". Cena pojedyńczego egzemplarza zł. 60.—.

Druk. NKW Stron. Lud. W-wa B-54252

RADIO

MIESIĘCZNIK DLA TECHNIKÓW I AMATORÓW

ROK II – 1947

SPIS RZECZY

Uwaga: Liczby podane przy artykule oznaczają numer kolejny miesięcznika i stronę.

I. ARTYKUŁY OGÓLNE I WIADOMOŚCI RÓŻNE.

II. ARTYKUŁY TEORETYCZNE I OPISOWE.

III. OPISY BUDOWY ODBIORNIKÓW I SPRZĘTU POMOCNICZEGO.

IV. KĄCIK KRÓTKOFALOWCA.

V. PRZEGLĄD SCHEMATÓW.

VI. TABELE I NOMOGRAMY.

R_s — Opór siatkowy w MΩ

f_n — Częstotliwość w c/sek

C_s — Pojemność kondensatora siatkowego w μF

Spadek charakterystyki w db

Nomogram Nr. 17.